

AUTORITA' DI BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA E CONCA

Ricerca-studio per

**ANALISI DELLE RISORSE BIOLOGICHE IN AMBITO FLUVIALE DEL
MARECCHIA PER UNA VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE
ED
ANALISI DEI PROCESSI DI FUNZIONALITA' FLUVIALE E MONITORAGGIO
BIOLOGICO ATTRAVERSO COMUNITA' INDICATRICI**

Gruppo di Lavoro:

Coordinamento ed aspetti ecosistemici

Prof. Riccardo Santolini, Università di Urbino.

Idrobiologia e funzionalità fluviale.

Prof. Gianpaolo Salmoiraghi, Università di Bologna

Cartografia ed elaborazione dati

Dott. Christian Morolli, CREN Rimini

Dott. Giovanni Pasini, CREN Rimini

Indagini sul campo ed elaborazione dati

Dott. Chiara Bracci

Dott. Eleonora Gentili

Dott. Fabio Paganelli

Dott. Gloria Sani

Dott. Nicola Tonolini

Ottobre 2003

ANALISI DELLE RISORSE BIOLOGICHE IN AMBITO FLUVIALE PER UNA VALUTAZIONE DELLO STATO DELL'AMBIENTE"

1. PREMESSA	3
2. APPROCCIO METODOLOGICO INTEGRATO	4
2.1. La Vegetazione	5
2.2. Gli Indici Ecologici a Scala Territoriale.....	6
2.3 Indice conservazionistico (IFm).....	10
2.3.1. Criteri utilizzati per attribuire il peso alle specie	11
3. CARATTERIZZAZIONE FISIONOMICA E STRUTTURALE DEL SISTEMA VEGETAZIONALE PERIFLUVIALE	13
4. QUADRO FAUNISTICO DI BASE	21
5. CARATTERIZZAZIONE FLUVIALE ATTRAVERSO GLI INDICI ECOLOGICI	37
5.1. Valutazione dell'importanza ecologica della vegetazione.	37
5.2. La Naturalità della Vegetazione (IVN)	38
5.3. L'Analisi quantitativa del paesaggio perifluviale: la Diversità, l'Equiripartizione dei Contatti (Q) e la Qualità degli Ecotoni	39
5.4. Il Valore Conservazionistico del Sistema Fluviale (IFm).....	39
5.5. Valore Sintetico del Paesaggio perifluviale	43
6. LE AREE CAMPIONE.....	43
6.1. Biodiversità del macrobenthos, struttura e composizione quantitativa	44
6.1.1. Premessa	
6.1.2. Metodi	
6.1.3. Risultati	
6.1.4. Sintesi	
6.2. Analisi della comunità a Passeriformi di ambienti ripari come indicatori delle trasformazioni ambientali	54
6.2.1. Metodi: attribuzione del contenuto faunistico e delimitazione delle zoocenosi	
6.3. La comunità ornitica	56
6.3.1. La comunità ornitica dell'Alta Valle	
6.3.2. La comunità ornitica della Media Valle	
6.3.3. La comunità ornitica della Bassa Valle	
6.4. Le ornitocenosi delle tre aree campione: confronti e considerazioni	66
6.4.1. Tipo di distribuzione	

6.4.2. Risultati della Cluster analysis

6.5. Macroartropodi del suolo di ambiente ripario	76
6.5.1. Risultati e considerazioni	

ANALISI DEI PROCESSI DI FUNZIONALITA' FLUVIALE E MONITORAGGIO BIOLOGICO ATTRAVERSO COMUNITA' INDICATRICI

A. PREMESSA	83
B. METODI UTILIZZATI	83
B1 Indici di qualità delle rive e di funzionalità fluviale	83
B2 Decomposizione e ricolonizzazione di leaf bags	86
B3 Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona	90
B4 Ricolonizzazione del substrato inorganico	92
C. RISULTATI	93
C1 Indici di qualità della riva e di funzionalità fluviale	93
C2 Risultati relativi all'indice di Funzionalità Fluviale	94
C.2.1 Interventi e benefici attesi	
C3 Risultati relativi alla Valenza Tampone (BSI) e Naturalistica (WSI)	99
C4 Decomposizione e ricolonizzazione	102
C.4.1. Risultati	
C.4.2. Sintesi	
C5 Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona	112
C.5.1. Risultati relativi alla dimensione e composizione di NLP	
C6 Risultati relativi alla colonizzazione macrobentonica	114
C.6.1. Sintesi	
C7 Confronto tra leaf bags e Natural leaf paks	116
C8 Ricolonizzazione	117
C.8.1. Risultati	
C.8.2. Sintesi	
BIBLIOGRAFIA	124

1. PREMESSA

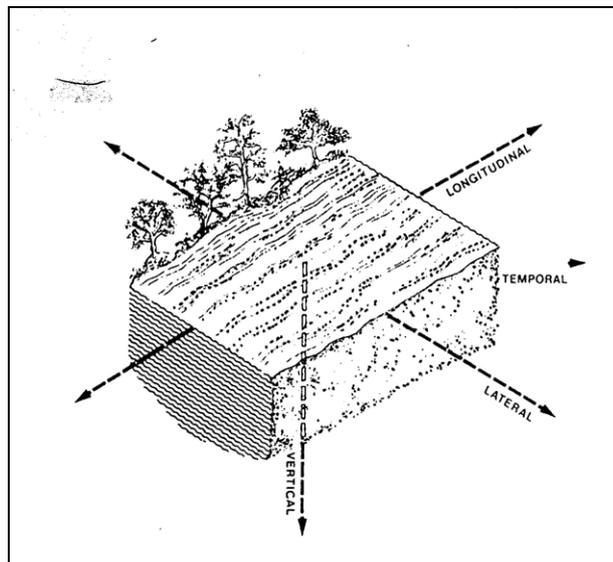
La necessità di controllare le acque correnti in funzione della difesa della viabilità e delle attività economiche che si svolgono lungo un corso d'acqua è stato un elemento costante nelle interazioni tra uomo e ambiente fluviale.

La preminenza di questo controllo ha determinato sino ad epoche recenti un tipo di approccio teorico e applicativo basato essenzialmente su un concetto idraulico del fiume, visto quindi essenzialmente come un collettore di acque superficiali, con la principale funzione di drenaggio del territorio dalle acque in eccesso, in modo da trasferirle al collettore finale, eventualmente «arricchite» da scarichi civili ed industriali.

Anche in conseguenza del forte impatto ambientale determinato da questo tipo di approccio (in special modo in questo secolo, con l'utilizzo di tecniche e strumenti più potenti), si è cominciato ad attribuire ai corsi d'acqua una valenza paesaggistica ed ecologica. Alle necessità produttive e idrauliche ne sono state quindi affiancate altre, poste sulla bilancia di una ipotetica analisi costi-benefici che, ad una lettura semplicistica, poteva sembrare una sorta di contrapposizione tra interessi dell'uomo e della natura.

E' solo negli ultimi decenni che, grazie soprattutto alle ricerche derivanti da teorie e modelli per una interpretazione sistemica dell'ambiente, si è sanata questa apparente contraddizione, dimostrando come sotto tutti i profili (idraulico, paesaggistico, naturalistico, ecologico, sanitario, economico, ...) sia conveniente una gestione dei corsi d'acqua a livello di bacino idrografico che abbia come una delle principali finalità quella di far riacquisire ai fiumi, attraverso il recupero dei loro caratteri naturali, anche le capacità omeostatiche (cioè di mantenere o tornare all'equilibrio in conseguenza di un disturbo) strettamente correlate alla diversità ambientale e biologica.

L'*Approccio pluridimensionale all'ambiente fluviale* (Ward, 1989) ad esempio, pone l'accento sul fatto che gli ecosistemi di acque correnti ed i relativi interventi debbano essere valutati tenendo conto al medesimo tempo delle componenti longitudinale, laterale, verticale nonché temporale.



La *zonazione longitudinale* del fiume, con una successione di ecosistemi dalla sorgente alla foce che sfumano gradualmente l'uno nell'altro, in virtù dei cambiamenti dei parametri fisici e biologici, è relazionata ad una *zonazione laterale*, nella quale ambienti di transizione (ecotoni) svolgono funzione di filtro (fisico, chimico, biologico) nel regolare i rapporti con gli ambienti confinanti. I corsi d'acqua sono, infatti, ecosistemi aperti nei quali gli ambienti di entrata e di uscita hanno notevole importanza per gli scambi di materiali ed energia.

La *dimensione verticale* si riferisce principalmente al rapporto tra acque superficiali e sotterranee, anch'esso interdependente alle altre dimensioni, regolato non solo da fattori fisici, ma anche biologici, come la comunità iporreica, cioè gli organismi che vivono nel substrato e che svolgono un importante ruolo nella depurazione delle acque di interscambio falda-superficie.

La *dimensione temporale* sottolinea il carattere estremamente dinamico dell'ambiente fluviale alle diverse scale temporali: in conseguenza di eventi meteorici puntuali, di variazioni cicliche stagionali, o di eventi stocastici quali le piene eccezionali. A queste variazioni conseguono modificazioni relative della comunità vegetale e animale, soprattutto del zoobenthos (popolamenti del fondo), che adattando composizione e struttura mantiene un efficace utilizzo delle risorse alimentari. (Ghetti, 1985)

La compatibilità tra gli usi di un corso d'acqua e delle sue aree riparie, la difesa dalle piene e la salvaguardia o l'incremento della biodiversità (da cui deriva la conservazione della capacità autodepurativa del sistema fluviale) è una esigenza imprescindibile per i corsi d'acqua di un bacino idrogeografico.

Questo approccio multidisciplinare ha come elemento base l'uso di bioindicatori e come risultato metodologico la definizione di un programma di monitoraggio il più completo possibile funzionale all'analisi delle risorse biologiche e dei processi di funzionalità fluviale. Ne deriva che per ogni tratto campione, si otterrà una valutazione il più completa possibile, delle sue funzioni ecosistemiche.

2. APPROCCIO METODOLOGICO INTEGRATO

Al fine di indagare in maniera esaustiva un sistema complesso quale è un corso d'acqua, occorre considerare gli elementi che lo compongono e valutarne l'importanza ed il peso biocenotico cioè la funzione all'interno del sistema ambientale.

L'approccio seguito nel presente studio si basa sull'analisi di tre componenti fondamentali e delle loro funzioni:

- a. la vegetazione;
- b. gli uccelli come elemento zoocenotico indicatore delle trasformazioni ambientali;
- c. la componente idrobiologica.

Inoltre, ad integrazione l'analisi della struttura e funzione della comunità macrozoobentonica, si è proceduto all'analisi della qualità delle rive per la funzione filtro-tampone e la qualità del tratto fluviale mediante indici sintetici. Attraverso alcuni indici ecologici quali il WSI (Wild State Index), il BSI (Buffer Strip Index) Questi esprimono soprattutto il livello di funzionalità ecosistemica in relazione agli aspetti legati alle funzioni tampone e filtro. I parametri

PENDENZA L.F.
LARGHEZZA L.F.
PROFONDITA' DEL GRETO
ANGOLO RIPA
ALTEZZA RIPA
PROFONDITA' GOLENA
PROFONDITA' FASCIA RIPARIA
ALTEZZA VEGETAZIONE
COPERTURA ARBOREA
COPERTURA ARBUSTIVA
COPERTURA ERBACEA E/SUFFRUTTICOSA
DISTANZA COLTURE/RIVA
PROFONDITA' COLTURE

principali rilevati nelle stazioni dislocate 180 in sponda sinistra ed altrettanti per la riva destra. Sempre in campo sono state compilate circa 200 schede per la valutazione dell'Indice WSI, che esprime la valenza naturalistica, e dell'Indice BSI adottato per comparare la capacità tampone delle rive. I dati sono stati trasferiti al computer e sono stati elaborati con il programma di calcolo Rive 5.0.

I parametri riportati a fianco sono stati correlati con i valori di abbondanza delle specie della comunità ornitica rilevata nelle aree campione osti in relazione in modo tale da definire un modello di valutazione del paesaggio del corso d'acqua e delle aree ad esso connesse o vicine

2.1. LA VEGETAZIONE

Le profonde alterazioni degli ecosistemi fluviali attraverso la regimazione delle acque e l'uso agricolo e industriale dei terreni alluvionali, hanno destrutturato e frammentato il sistema delle vegetazioni dislocate lungo i corsi d'acqua. Struttura, dimensioni e qualità delle tipologie vegetazionali arbustive ed arboree sono gli elementi che più hanno risentito degli stress antropogeni. Lo studio eseguito ha quindi lo scopo di acquisire i primi elementi di conoscenza sull'estensione e sullo stato strutturale di queste vegetazioni senza la pretesa di fornire dettagliate analisi fitosociologiche ma un quadro generale di conoscenza sia teorica che applicata ed alcuni orientamenti per studi più approfonditi.

La carta della vegetazione redatta, si riferisce alla vegetazione lungo l'asta fluviale del corpo d'acqua principale (fiume Marecchia) ed è stata realizzata in tre fasi distinte:

- a. analisi fotogrammetrica (foto AIMA volo 1996, 1:10.000) e relativa restituzione cartografica su base topografica IGM 1:25.000 (Prov. PS e AR) e CTR 1:25.000 (Prov. RN).
- b. Sopralluoghi destinati a verificare, integrare ed approfondire quanto emerso durante la fotointerpretazione.
- c. Stesura definitiva della carta con le tipologie vegetazionali individuate riportate in legenda.

L'estensione trasversale dell'area indagata è di 500 m dalle sponde. Generalmente la vegetazione ripariale si sviluppa lungo le sponde per una estensione molto inferiore per cui a delimitazione della fascia perifluviale sono state rappresentate le vegetazioni contigue lasciandone indefiniti i limiti esterni. Non è stata considerata una curva di livello ad altezza minima poiché nella parte di pianura sarebbero state ricomprese porzioni di territorio di nessun significato ai fini del presente studio; oppure sarebbe stato opportuno identificare un limite geomorfologico ma l'eterogeneità degli elaborati disponibili non ha permesso una elaborazione ed una sintesi compatibili con i tempi di consegna e quindi una corretta definizione del confine. Di conseguenza, si è optato per la fascia a dimensione costante anche in modo da evidenziare eventuali dinamiche vegetazionali che interessano, ad esempio, affluenti di vario ordine.

2.2. GLI INDICI ECOLOGICI A SCALA TERRITORIALE

Mappe di elaborazione prodotte: l'area di studio è stata divisa in sottoaree individuate lungo il corso del fiume e con dimensione di circa 500x1000 metri, a destra e sinistra del corso d'acqua. L'elaborazione degli indici presi in considerazione è stata applicata a queste sottoaree (in tutto sono 65x2) e la rappresentazione cartografica condotta con un colore a seconda del valore finale sintetico dei singoli indici.

1. Carta dell'indice di naturalità della vegetazione (*IVN*) (tav. 01)
2. Carta della diversità delle patches (*H*) (tav. 02)
3. Carta dell'equiripartizione dei contatti (*Q*) (tav. 03)
4. Carta del valore ponderato degli ecotoni (tav. 04)
5. Carta del valore conservazionistico su base faunistica (*IFM*) (tav. 05)

Diversità delle patches: la diversità degli elementi costitutivi del paesaggio è misurata mediante l'indice di Shannon, dove P_k è l'estensione relativa dell'ambiente di tipo k :

$$H = -\sum_{i=1}^k P_k \ln P_k$$

Indice di naturalità della vegetazione (*IVN*, Ferrari, 2001): deriva dall'Index of Landscape Conservation (*ILC*, indice di conservazione del paesaggio), Pizzolotto e Brandmayr (1996). La procedura del calcolo di questo indice può essere così riassunta:

- la superficie occupata dai diversi tipi di vegetazione viene espressa come valore percentuale sul totale della porzione di area oggetto di studio
- le tipologie di copertura del suolo vengono riclassificate in base ad una scala di naturalità mostrata nella tabella seguente:

categoria	tipo	descrizione	IVN
Antropogena	Ad	Abitativo denso	0
Antropogena	Zc	Zone soggette ad estrazione	0
Antropogena	Zi	Zone industriali, infrastrutture	0
Antropogena	Iv	Parchi pubblici, parchi e giardini di ville	1
Antropogena	Fr	Frutteti, vigneti e orti	2
Antropogena	Se	Seminativi	2
Antropogena	Ar	Abitativo rado	3
Antropogena	Ra	Rimboschimenti di conifere	4
Antropogena	RI	Rimboschimenti di latifoglie	4
Seminaturale	Vr	Vegetazione erbaceo-arbustiva ruderale	5
Seminaturale	Rr	Bosco ruderale	5
Seminaturale	Pd	Vegetazione erbacea, pascoli e praterie da sfalcio	6
Seminaturale	Be	Praterie cespugliate	7
Seminaturale	Ac	Cespuglieti	7
Subnaturale	Ap	Canneto ad <i>Arundo pliniana</i>	9
Naturale	Al	Alveo fluviale	10a
Naturale	Bt	Vegetazione erbacea igro-nitrofila	10a
Naturale	Zra	Affioramenti rocciosi	10a

Naturale	Sp	Arbusteti e boscaglie alveali a salice	10a
Naturale	Lq	Bosco termofilo	10a
Naturale	Pa	Boschi su suoli umidi	10b
Naturale	La	Laghi e laghetti artificiali	10c
Naturale	Ph	Vegetazione palustre	10c
Naturale	Qo	Bosco mesofilo	10c

- viene costruito un grafico in cui sono rappresentate sull'asse delle ascisse i tipi di vegetazione nella sequenza ordinata per gradi di naturalità e per ordinate la somma dei valori cumulativi delle aree corrispondenti alla sequenza dei gradi di naturalità
- indicando con x_i il valore cumulativo percentuale dell'area, si ha che il valore dell'area sotto la curva può essere espresso come:

$$A = \sum_{i=1}^n x_i - 100$$

dove n è il numero di classi di naturalità. A esprime il grado di antropizzazione del territorio. Quanto più è elevato il valore che esso assume, tanto maggiore risulta il contributo della sommatoria da parte delle categorie a determinismo antropico più elevato. Il massimo valore che A può raggiungere è:

$$A_{max}=100(n-1)$$

L'indice IVN, che fornisce un'informazione sintetica sul grado di conservazione del paesaggio, viene formulato come segue:

$$IVN=1-(A/A_{max})$$

Il valore di IVN, che varia tra 0 e 1, è proporzionale all'area del piano cartesiano sopra la curva dei valori cumulativi percentuali. Valori dell'indice prossimi all'unità denotano un territorio ad elevata naturalità. Al contrario, bassi valori dell'indice indicano un paesaggio a forte antropizzazione.

Peso dei contatti [$0 < Q < 1$]: si basa sui pesi dei margini, per ogni tipologia della carta dell'uso del suolo. L'attribuzione dei pesi alle tipologie di uso del suolo e della vegetazione è stata effettuata mediante un adattamento della tecnica del confronto a coppie denominata Paired Comparison technique (Saaty, 1980). Tale tecnica consente di creare un vettore dei pesi in base all'importanza assunta da un fattore rispetto ad un altro. In particolare essa prevede la creazione di una matrice nelle cui righe sono riportati i singoli fattori o le caratteristiche individuate e nelle colonne le coppie di confronto. Alle celle così individuate si assegna uno dei tre valori numerici derivati dalla seguente logica di confronto come viene mostrato nella Tabella della Matrice dei Confronti: valore 1 se il primo fattore della coppia è più rilevante del secondo; 0 se il primo è meno rilevante del secondo; 0,5 se i fattori sono di pari rilevanza. Nel nostro caso, dovendo pesare l'effetto margine e la sua funzione a livello fluviale, nel confronto tra due ecosistemi adiacenti, si è dato maggiore importanza alla tipologia che presenta una zona marginale (privilegiando le tipologie a dinamica naturale) e nella valutazione veniva pesata l'efficacia funzionale della tipologia e del suo margine in relazione quindi alla sua naturalità. Ad esempio se un frutteto come tipologia può avere un certo grado di naturalità ai fini dell'effetto margine veniva pesato poco rispetto alle tipologie più naturali.

Categorie utilizzate nel calcolo della PCT:

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
Ad	Abitativo denso	Be	Praterie cespugliate
Zc	Zone soggette ad estrazione	Ac	Cespuglieti
Zi	Zone industriali, infrastrutture	Ap	Canneto ad Arundo pliniana
Iv	Parchi pubblici, parchi e giardini di ville	Al	Alveo fluviale
Fr	Frutteti, vigneti e orti	Bt	Vegetazione erbacea igro-nitrofila
Se	Seminativi	Zra	Affioramenti rocciosi
Ar	Abitativo rado	Sp	Arbusteti e boscaglie alveali a salice
Ra	Rimboschimenti di conifere	Lq	Bosco termofilo
Rl	Rimboschimenti di latifoglie	Pa	Boschi su suoli umidi
Vr	Vegetazione erbaceo-arbustiva ruderale	La	Laghi e laghetti artificiali
Rr	Bosco ruderale	Ph	Vegetazione palustre
Pd	Vegetazione erbacea, pascoli e praterie da sfalcio	Qo	Bosco mesofilo

Matrice dei confronti:

	Ad	Zc	Zi	Iv	Fr	Se	Ar	Ra	Rl	Vr	Rr	Pd	Be	Ac	Ap	Al	Bt	Zra	Sp	Lq	Pa	La	Ph	Qo	Ff		
Ad	-	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Zc	1	-	1	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Zi	0,5	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Iv	1	1	1	-	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fr	1	0	1	0,5	-	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Se	1	1	1	0,5	0,5	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ar	1	0,5	1	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ra	1	1	1	1	1	1	1	-	0,5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rl	1	1	1	1	1	1	1	0,5	-	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	0,5	0,5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	-	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	-	0	0	0	1	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Be	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-	0,5	0,5	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ac	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	-	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Ap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	-	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Al	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,5	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Zra	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	-	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Lq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Pa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1
La	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,5	1	1	1	0	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Ph	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5	1
Qo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	1
Ff	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	

Risultati della PCT:

Sigla	Descrizione	Totale importanza realtiva	Pesi (normalizzazione)
Ad	Abitativo denso	1,5	0,005
Zc	Zone soggette ad estrazione	4,5	0,015
Zi	Zone industriali, infrastrutture	1,5	0,005
Iv	Parchi pubblici, parchi e giardini di ville	6	0,020
Fr	Frutteti, vigneti e orti	4	0,013
Se	Seminativi	6	0,020
Ar	Abitativo rado	4,5	0,015

Ra	Rimboschimenti di conifere	10,5	0,035
Rl	Rimboschimenti di latifoglie	10,5	0,035
Vr	Vegetazione erbaceo-arbustiva ruderale	14	0,047
Rr	Bosco ruderale	15,5	0,052
Pd	Vegetazione erbacea, pascoli e praterie da sfalcio	13	0,043
Be	Praterie cespugliate	17	0,057
Ac	Cespuglieti	20,5	0,068
Ap	Canneto ad Arundo pliniana	20	0,067
Al	Alveo fluviale	8	0,027
Bt	Vegetazione erbacea igro-nitrofila	11,5	0,038
Zra	Affioramenti rocciosi	10	0,033
Sp	Arbusteti e boscaglie alveali a salice	21	0,070
Lq	Bosco termofilo	20,5	0,068
Pa	Boschi su suoli umidi	20,5	0,068
La	Laghi e laghetti artificiali	18,5	0,062
Ph	Vegetazione palustre	20,5	0,068
Qo	Bosco mesofilo	20,5	0,068
Ff	Fattore fittizio	0	0,000
Somma		300	1,000

Ottenuti i pesi si procede al calcolo secondo la seguente formula:

$$Peso = \frac{\sum_i^n (n_i \cdot P_i)}{\sum_i^n n_i \cdot P_{max} \cdot 2}$$

in cui n_i =numero di archi (con esclusione di quelli del bordo esterno del quadrangolo non considerati) della tipologia *i-esima*; P_i =peso relativo (secondo PCT) del margine della tipologia *i-esima*, P_{max} =peso relativo del margine a maggior valore.

Equiripartizione dei contatti o contattosità (Ferrari, 2001). Questo indice fornisce una misura della similitudine nella estensione dei contatti (adiacenze) tra tipi di ambienti. L'indice Q varia tra 0 e 1:

$$Q = - \frac{\sum_i \sum_j Q_{ij} \cdot \ln Q_{ij}}{K_{max}}$$

dove Q_{ij} è l'estensione relativa delle adiacenze tra il tipo *i* e il tipo *j* di ambiente: K_{max} è il massimo valore possibile di Q ipotizzando che le adiacenze tra tutti i tipi di ambiente abbiano le stesse proporzioni. In questo caso $K_{max}=2 \ln m$. Se esistono più di 2 ambienti ($m>2$), alti valori di Q (prossimi a 1) indicano che nel territorio considerato gli elementi del paesaggio tendono ad essere dispersi, mentre bassi valori di Q indicano che il territorio è caratterizzato da elementi che tendono ad aggregarsi.

2.3 INDICE CONSERVAZIONISTICO (IFM)

L'analisi interessa un'area le cui caratteristiche vegetazionali sono state analizzate da un punto di vista faunistico utilizzando la comunità di Uccelli rilevata come mostrato nel quadro sinottico riportato in appendice.. Ad ogni tipologia vegetazionale è stato dato un contenuto zoocenotico da cui è stato ricavato un indice sintetico quali-quantitativo relativo al rapporto tra numero di specie presenti in ogni tipologia e "tipo" di specie quest'ultimo rappresentato dalla ricorrenza e dal punteggio della specie in ogni elenco.

I criteri con cui sono stati redatti gli elenchi delle varie normative comunitarie e nazionali, rispondono ai principi della conservazione delle specie. L'indice sintetico di valutazione e conseguentemente gli ambienti a cui viene attribuito, ha rappresentato in sé i parametri quali la rarità, la complessità, la sensibilità, la fragilità la vulnerabilità ecc., poiché sono i parametri di selezione delle specie negli elenchi sopra citati.

Il valore complessivo è un indice faunistico che sintetizza il valore ecologico delle tipologie vegetazionali in quanto formato dalle specie selezionate attraverso quei parametri e quindi componenti dell'indice stesso. Di conseguenza, l'Indice Faunistico Cenotico medio riassume in sé, attraverso le sue componenti, numerosi parametri di qualità ambientale valutati faunisticamente che si riflettono poi sulle tipologie vegetazionali.

Come è stato precedentemente descritto, nella valutazione del contenuto della comunità di Uccelli di ogni tipologia vegetazionale sono stati considerati la ricchezza faunistica, elemento fondamentale della diversità, cioè il numero di specie componenti ogni cenosi che può esprimere differenti aspetti di maturità e stabilità dell'ecosistema (Margules e Usher 1981) e il peso attribuito ad ogni specie in base alla ricorrenza della stessa in ogni elenco sopra specificato.

Questa fase introduce l'approccio alla valutazione ambientale ed è basato sull'utilizzo di alcuni indici sintetici quali elementi fondamentali dell'indagine sinecologica a fini applicativi e che permettono una quantificazione del grado di sensibilità ambientale e cioè dell'importanza della sua conservazione.

All'interno di ogni tipologia di ecosistemi si ricavano i valori di ogni parametro (SP), ed il "peso" può essere definito con un semplice rapporto percentuale che determina l'indice (I_{sp}) per ogni parametro (SP = ricchezza / valore conservativo) per le specie di quella cenosi secondo l'impostazione metodologica, opportunamente modificata, utilizzata da Mingozi e Brandmayr (1992):

$$I_{sp} = \frac{SP}{N}$$

Gli Isp ottenuti si raccolgono in classi e si ricavano così i valori di parametro per ogni comunità (Vcp) da cui si calcola l'indice cenotico finale medio (IFM) dove NP è il numero dei parametri considerati, attribuendo così un contenuto faunistico ad ogni tipologia di ecosistemi precedentemente individuata:

$$\Sigma V_{cp}$$

$$IFm = \frac{\quad}{NP} \cdot 100$$

Questo permette in maniera sintetica di valutare il valore di ogni tipologia determinandone quindi la sensibilità ambientale.

2.3.1. Criteri utilizzati per attribuire il peso alle specie

Di seguito riportiamo l'elenco dei criteri usati per attribuire un peso alle diverse specie di uccelli presenti nelle diverse tipologie di uso del suolo e vegetazionali riportate poi nel Quadro Faunistico di base con indicato l'eventuale loro inserimento all'interno degli elenchi relativi alle normative nazionali ed europee, nonché a studi di carattere biogeografico:

- UE:** Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatica.
 Allegato B: specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione.
 Allegato D: specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa.
 Allegato E: specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione.
 Supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale, n. 248 del 23 ottobre 1997 – Serie generale
 Direttiva del Consiglio CEE del 2 aprile 1979, n. 409 concernente la conservazione degli uccelli selvatici, aggiornata dalla direttiva 91/244/CEE. Sono state evidenziate le specie incluse nell'allegato I e II della suddetta.
 Allegato I: le specie comprese devono essere soggette a misure speciali di conservazione riguardanti il loro habitat per assicurarne sopravvivenza e riproduzione nel loro areale.
 Allegato II/1: comprende le specie che possono essere cacciate nell'area interessata dalla Direttiva (quindi anche Italia).
 Allegato II/2: indica le specie di cui può essere autorizzata la caccia in alcuni degli stati membri.
 Allegato III/1: delle specie indicate è possibile effettuare commercio qualora si dimostri che l'animale è stato legalmente catturato, ucciso od acquistato.
 Allegato III/2: le specie indicate sono commerciabili con specifiche restrizioni.
 Nell'elaborazione del valore conservazionistico delle tipologie vegetazionali considerate in questo lavoro sono state escluse le specie oggetto di caccia elencate nell'Allegato II/1.
 Gazzetta Ufficiale CEE, serie 1 n. 103 del 25.4.1979.
- LN:** Legge nazionale dell' 11 febbraio 1992, n. 157, intitolata "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". Con **TU** sono indicate le specie particolarmente protette anche sotto il profilo sanzionatorio (Art. 2, comma a, b); il medesimo articolo al comma c estende la protezione a tutte le altre specie che direttive comunitarie o convenzioni internazionali o apposito decreto del Presidente del Consiglio dei ministri indicano come minacciate di estinzione.
 La lettera **C** indica le specie cacciabili (Art. 18); le specie contrassegnate con **C*** sono state escluse dall'elenco delle specie cacciabili dal D.P.C.M. 22 novembre 1993 (Gazzetta Ufficiale 1° aprile 1994, n. 76) e D.P.C.M. 21 marzo 1997 (Gazzetta Ufficiale 29 aprile 1997, n. 98). L'art. 3 degli stessi decreti ha disposto che le Regioni provvedano ai rispettivi atti legislativi ed amministrativi.
 Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale 25 febbraio 1992, n. 46.
- BE:** Allegati II o III della Convenzione relativa alla Conservazione della Vita Selvatica e dell'Ambiente Naturale in Europa, adottata a Berna il 19 settembre 1979. Ratificata con la Legge Nazionale 5 agosto 1981, n. 503.
 L'Allegato II include le specie per cui sono vietate la cattura, la detenzione, l'uccisione, il deterioramento o la distruzione dei siti di riproduzione o riposo, molestarle intenzionalmente, la distruzione o la raccolta e detenzione di uova e la detenzione e il commercio di animali vivi o morti, imbalsamati nonché parti e prodotti derivati.
 L'Allegato III include le specie per cui devono essere adottate leggi e regolamenti per non comprometterne la sopravvivenza. Tali norme legislative dovranno comprendere periodi di chiusura e divieto temporaneo o locale della caccia, la regolamentazione per la vendita, detenzione, trasporto o commercializzazione di animali selvatici vivi o morti.

Supplemento alla Gazzetta Ufficiale n. 250 dell'11 Settembre 1981.

Per il calcolo del valore conservazionistico le specie incluse nell'Allegato II vengono pesate diversamente da quelle incluse nell'Allegato III assegnando alle prime punteggio uguale a 3 ed alle seconde punteggio uguale a 2.

BO: Appendici I e II della Convenzione relativa alla Conservazione delle Specie Migratrici di Animali Selvatici, adottata a Bonn il 26 ottobre 1985. Ratificata con la Legge Nazionale 25 gennaio 1983 n. 42. Appendice I: include le specie migratorie minacciate. Appendice II include le specie migratrici che si trovano in cattivo stato di conservazione e che richiedono la conclusione di accordi internazionali per la loro conservazione e gestione, nonché quelle in cui lo stato di conservazione trarrebbe grande vantaggio dalla cooperazione internazionale. Alle specie comprese nell'Appendice II è stato assegnato punteggio uguale ad 1. Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 48 dell'11 febbraio 1983.

SPEC: (solo per le specie di Uccelli) livello di importanza conservazionistica europea secondo Tucker e Heath (1994). Le specie inserite nel SPEC (Species of European Conservation Concern) frequentano regolarmente come migratrici e svernanti il territorio italiano e per queste anche le segnalazioni saltuarie costituiscono motivo di interesse conservazionistico, essendo il loro *status* classificabile come "globalmente minacciato".

Categorie SPEC:

1 Specie di interesse conservazionistico globale, cioè classificate come globalmente minacciate, dipendenti da programmi di conservazione o di cui mancano dati. Vengono pesate con punteggio uguale a 4.

2 Specie concentrate in Europa e con uno Status di conservazione non favorevole. Vengono pesate con punteggio uguale a 3.

3 Specie non concentrate in Europa ma con uno Status di conservazione non favorevole. Vengono pesate con punteggio uguale a 2.

4 Specie concentrate in Europa e con uno Status di conservazione favorevole. Vengono pesate con punteggio uguale ad 1.

ETS Stato di conservazione europeo

E: in pericolo, pesate con punteggio uguale a 6. Uno dei seguenti casi.

- popolazione in forte declino e composta da meno di 10000 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente; oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 40000 individui.

- popolazione in moderato declino e composta da meno di 2500 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente; oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 10000 individui.

- popolazione non in declino ma composta da meno di 250 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente; oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 1000 individui.

V: vulnerabile, pesate con punteggio uguale a 5. Uno dei seguenti casi.

- popolazione in forte declino composta da più di 10000 coppie nidificanti o 40000 individui svernanti.

- popolazione in moderato declino e composta da meno di 10000 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 40000 individui.

- popolazione non in declino ma composta da meno di 2500 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente; oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 10000 individui.

R: rara, pesate con punteggio uguale a 4.

- popolazione in discreto o ampio declino composta da meno di 10000 coppie nidificanti e non marginale rispetto ad una popolazione non europea più consistente oppure popolazione europea svernante e popolazione complessiva migrante inferiore ai 40000 individui.

D: in declino, pesate con punteggio uguale a 3.

- popolazione in moderato declino composta da più di 10000 coppie nidificanti o 40000 individui svernanti.

L: localizzata, pesate con punteggio uguale a 2.

- popolazione superiore alle 10000 coppie nidificanti e ai 40000 individui svernanti, con più del 90% della popolazione presente in un numero di siti inferiore a 10.

Ins: conoscenza insufficiente, pesate con punteggio uguale a. Di specie probabilmente appartenenti ad una delle categorie seguenti.

S: stabile, pesate con punteggio uguale ad 1.

- popolazioni composte da più di 10000 coppie nidificanti o 40000 individui svernanti, né in declino né localizzate. Le specie di questa categoria hanno uno *status* di conservazione favorevole.

LR: Lista Rossa dei Vertebrati italiani, materiali per una definizione ragionata delle specie a priorità di conservazione; a cura del Settore Diversità Biologica, WWF Italia, realizzata a cura di E. Calvario e S. Sarrocco (1997). Le categorie di minaccia utilizzate nel documento sono le seguenti:

EX (= Extinct): estinto. Un *taxon* è estinto quando non vi è alcun ragionevole dubbio che l'ultimo individuo sia morto.

EW (= Extinct in the Wild): estinto allo stato libero. Un *taxon* è estinto allo stato libero (o "in natura") quando sopravvivono solo individui in cattività o in popolazioni/e naturalizzate e al di fuori dell'areale storico.

CR (= Critically Endangered): in pericolo in modo critico. Un *taxon* è "in pericolo in modo critico" quando è di fronte ad un altissimo rischio di estinzione in natura nel futuro immediato.

EN (= Endangered): in pericolo. Un *taxon* è "in pericolo" quando non è "in pericolo in modo critico", ma è di fronte ad un alto rischio di estinzione in natura nel prossimo futuro.

VU (= Vulnerable): vulnerabile. Un *taxon* è "vulnerabile" quando è di fronte ad un alto rischio di estinzione in natura nel futuro a medio termine.

LR (=Lower Risk): a più basso rischio. Un *taxon* è "a più basso rischio" quando non si qualifica per alcuna delle categorie di minaccia sopra elencate. Sono noti tuttavia elementi che inducono a considerare il *taxon* in esame in uno stato di conservazione non scevro da rischi.

DD (=Data Deficient): carenza di informazioni. Un *taxon* è a "carenza di informazioni" quando sono inadeguate le informazioni per effettuare direttamente o indirettamente una valutazione sul suo rischio di estinzione, basato sulla distribuzione e/o sullo *status* della popolazione.

NV (=Not Evaluated): non valutato. Un *taxon* è "non valutato" quando non è stato possibile effettuare valutazioni rispetto alla sua possibile categoria nella lista rossa. Sono quelle specie che si trovano in uno stato particolarmente dinamico (della distribuzione, della consistenza di popolazione, ecc.) per le quali non si è ritenuto opportuno, allo stato attuale, fornire una valutazione.

Nell'area di studio sono presenti specie di Uccelli incluse nelle categorie LR, pesate con valore 1, VU, valore 2 e EN valore 3..

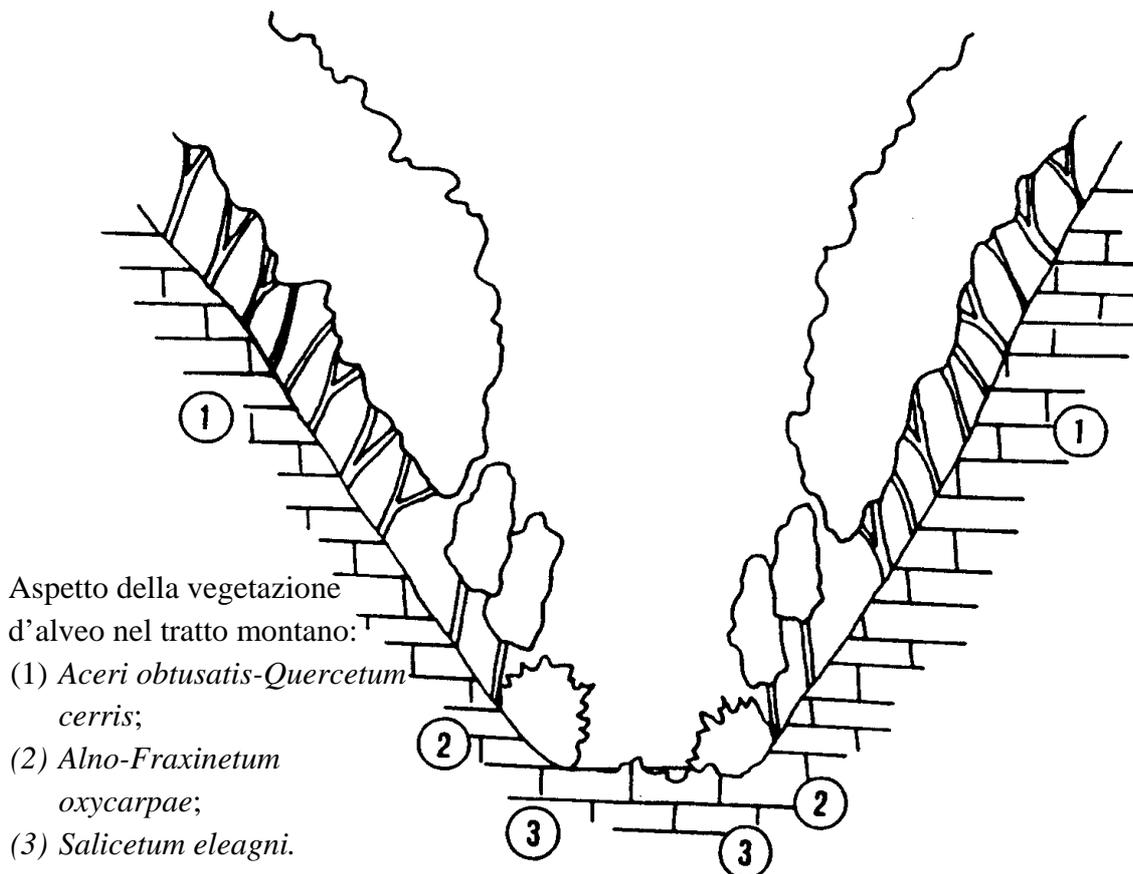
3. CARATTERIZZAZIONE FISIONOMICA E STRUTTURALE DEL SISTEMA VEGETAZIONALE PERIFLUVIALE

Le tipologie vegetazionali maggiormente rappresentate lungo il corso d'acqua, così come rilevate anche da Biondi e Baldoni (1993) sono descritte di seguito (vengono sottolineate le tipologie più significative riportate in legenda). La Carta della vegetazione è riportata in appendice:

Formazioni boschive e Boschi termofili

Soprattutto i boschi a dominanza di *Alnus glutinosa* vengono rilevati nella parte medio alta del bacino sui versanti scoscesi. Si tratta di formazioni forestali meso-igrofile e costituiscono la fascia più esterna della vegetazione ripariale arborea (1); in qualche caso si evidenziano gruppi di ontani su isolotti più stabili con substrati limoso-sabbiosi impregnati d'acqua. All'Ontano si associano sporadicamente *Salix alba* e *Populus nigra* con un sottobosco ricco di specie igrofile. La presenza di *Fraxinus ornus* indica probabilmente una maggiore xenofilia di queste formazioni oltre che il contatto con i boschi dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petreae*

Salix eleagnos e *Salix purpurea* sono formazioni dense ed estese che costituiscono la fascia di vegetazione più interna al corso d'acqua che viene periodicamente interessato dalle piene. Sono presenti anche alcuni boschi a dominanza di *Alnus cordata* (specie endemica dell'Italia meridionale e delle isole, coltivata e introdotta in molte zone appenniniche centro settentrionali) associata sporadicamente a *Salix alba* e *Populus nigra*; questa tipologia si colloca in rapporto catenale con i boschi riparali a *Salix eleagnos* e *Alnus glutinosa*.



Arbusteti e Praterie cespugliate

Un aspetto ulteriore è rappresentato dalla flora e dalla vegetazione dei campi abbandonati caratterizzati da stadi più evoluti e complessi della vegetazione. Fino a tempi relativamente recenti, tutti i terreni utilizzabili anche se posti in sfavorevoli condizioni, venivano coltivati. Praterie e cespuglieti moderatamente aridi dominate dalla presenza delle Graminacee quali il Brachipodio (*Brachipodium pinnatum*) ed il Bromo (*Bromus erectus*), accompagnati dal Ginestrino (*Dorycnium pentaphyllum*) hanno progressivamente sostituito la vegetazione dei campi coltivati. Stadi di evoluzione delle colture abbandonate precedenti a quelli citati, vedono la presenza di *Pheum pratense*, *Lotus corniculatus*, *Leucanthemum vulgare*, *Senecio erucifolius*, *Dactylis glomerata* se sottoposte a pascolo più o meno intensivo. Tali formazioni tendono ad evolvere verso brachipodieti del tipo descritto in precedenza, in situazioni caratterizzate da un lieve aumento di aridità. Le specie arbustive principali che accompagnano questi aggruppamenti sono la Rosa (*Rosa sempervirens*, *R. canina*), la Ginestra (*Spartium junceum*), il Prugnolo (*Prunus spinosa*), il Biancospino (*Crataegus*

monogyna), il Rovo (*Rubus ulmifolius*) che possono formare anche delle compagini compatte. In generale si può affermare che i cespuglieti e le praterie con prevalenza di *Brachypodium pinnatum* sono il risultato della evoluzione di questi prati o pascoli post-culturali e tendono ad evolvere in tempi più o meno lunghi in rapporto alle influenze antropiche ed alle componenti ambientali, verso querceti del tipo termofilo con dominanza di Roverella ed Orniello.

Prati e prati arbustati meso-xerofili (Mesobromion Br.-Bl. et Moor 1938)

Prati a *Bromus erectus* e *Brachypodium pinnatum* (subsp. rupestre) con *Dorycnium pentaphyllum* (subsp. herbaceum), colonizzati da arbusti sparsi o raggruppati in piccole colonie dalla fisionomia variabile (arbusteti di *Spartium junceum* oppure misti: *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Spartium junceum*, *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*). (*Dorycnium-Brachypodietum*, Ubaldi 1988). Vegetazione spontanea a carattere preforestale insediata su aree marginali da lungo tempo non più soggette a coltivazione né ad una regolare utilizzazione come pascolo. Grado di artificializzazione medio-debole.

Prati post-culturali a *Dactylis glomerata* con *Trifolium echinatum*, *Trifolium campestre*, *Anthemis tinctoria*, *Agropyrum repens*, *Plantago lanceolata*, *Torilis arvensis*, *Poa trivialis*, *Chicorium intybus*, *Crepis setosa*, *Xeranthemum cylindraceum*; localmente con dominanza di *Centaurea solstitialis* e talora con arbusti sparsi di *Rosa canina*, *Cornus sanguinea* o concentrazioni di *Rubus ulmifolius* (Agropyro-Dactyletum, Ubaldi 1976, Ubaldi et Al. 1982). Vegetazione che deriva dal pascolamento (più raramente dallo sfalcio) di coltivazioni invecchiate di foraggiere. La tendenza dinamica spontanea, per abbandono, è diretta verso prati arbustati meso-xerofili. Grado di artificializzazione forte.

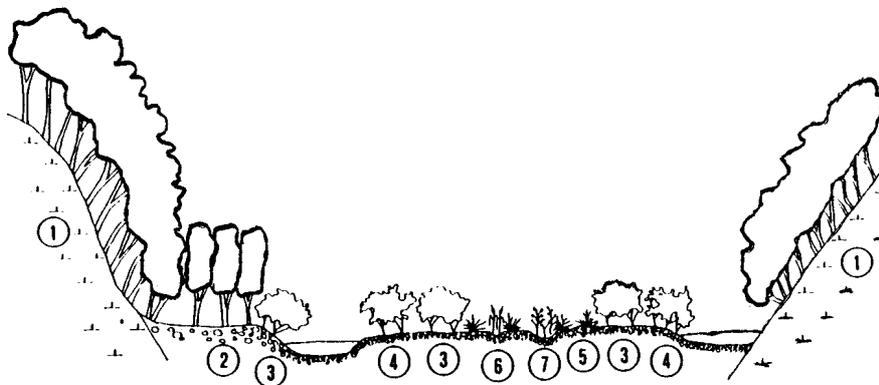
Aggruppamenti con *Phleum ambiguum* (Crepido-Phleion ambigui) dei pendii collinari su calcare o conglomerati. Oltre a *Phleum ambiguum* sono caratteristici: *Centaurea deusta*, *Dianthus sylvestris*, *Allium sphaerocephalum*, *Galium lucidum*. Un aggruppamento più arido e termofilo è caratterizzato dalla presenza di *Onobrychis caput-galli*, *Cleistogenes serotina*, *Teucrium polium* e *Convolvus cantabrica* (Onobrychi-Brometum, Ubaldi 1988) ed è spesso colonizzato da arbusti sparsi di *Spartium junceum* e talora anche *Pistacia terbinthus*. Un aggruppamento meno xerofilo e più denso si può trovare su pendii esposti a nord e caratterizzato dalla presenza di *Festuca circummediterranea*, *Ruta graveolens*, *Bellis silvestris* (“Brometo con *Ruta graveolens*”, Ubaldi 1988). Vegetazione talora pascolata, con grado di artificializzazione medio-debole.

Vegetazione ad *Arundo pliniana*. Aggruppamenti molto folti costituiti prevalentemente da “cannuccia del Reno” (*Arundo pliniana*), normalmente con arbusti sparsi di *Cornus sanguinea*, *Fraxinus ornus*, *Rubus ulmifolius*, *Lonicera etrusca*. Vegetazione spontanea di tipo durevole diffusa su suoli argillosi o arenaceo-argillosi smossi o detritici, abbastanza umidi, in corrispondenza di impluvi, smottamenti, aree precalanchive. Può colonizzare anche campi abbandonati. Grado di artificializzazione medio-debole.

Aggruppamenti erbacei o erbaceo-arbustivi xerofili (Crepido-Phleion ambigui biondi e Blasi 1982 e Xerobromion Br.-Bl. et Moor 1938)

Vegetazione d'alveo (arbusteti a salice, boschi su suoli umidi, prati aridi delle ghiaie fluviali sopraelevate vegetazione erbacea igro-nitrofila;)

Oltre alle componenti proprie del *Salicetum eleagni* già descritto per le Formazioni Boschive, le zone con vegetazione d'alveo sono maggiormente diffuse dove il fiume si allarga anche nel tratto medio; esse sono formate da aggruppamenti che costituiscono il mantello della vegetazione ripariale, in cui la specie dominante è *Hippophae rhamnoides* ssp *fluviatilis* che si trova al limite meridionale della distribuzione sul versante adriatico della penisola. In queste zone viene messa in evidenza anche la subass. *salicetosum eleagni* che esprime il contatto dinamico con le formazioni di salici arbustivi.



Aspetto della vegetazione d'alveo nel tratto medio del fiume: (1) *Aceri obtusatis-Quercetum cerris*; (2) *Alno-Fraxinetum oxycarpae*; (3) *Salicetum eleagni*; (4) *Junipero-Hippophaetm fluviatilis*; (5) *Paucedano verticillaris Ononidetum natricis*; (6) *Phragmiti-Thyphaetum minimae*; (7) *Molinietum arundinaceum*

Sui depositi ghiaioso-sabbiosi sempre nella parte medio alta del bacino è presente nei greti sottoposti ad inondazioni frequenti, una vegetazione pioniera a dominanza di *Ononis natrix* e *Peucedanum verticillare* costantemente a contatto con il saliceto a dominanza di *Salix eleagnos*.

Altre vegetazioni proprie del tratto di pianura riferite in particolare a vegetazione pioniera terofitica che si sviluppa su substrati fangosi, ricchi di nitrati ed inondata per lunghi periodi dell'anno, sono:

- *Bidenti-Poligonietum mitis* che ha il massimo sviluppo nel periodo estivo-autunnale;
- *Poligono-Xanthietum italici* che si sviluppa su substrati ciottolosi degli isolotti fluviali e sul greto del tratto medio e terminale del fiume. La presenza di *Tussilago fanfara* e *Epilobium hirsutum*, esprime una variante edificata dell'associazione.

La vegetazioni delle praterie costituite da specie perenni si sviluppano su suoli umidi e ricchi di sostanza organica in prossimità di canali e del corso d'acqua è soggetta a periodiche inondazioni.

- *Molinietum arundinaceae*, tipica delle depressioni umide dei greti e degli isolotti fluviali su sabbie e limi depositate su lenti ghiaiose.

Esistono anche formazioni pascolive meso-xerofile formate in prevalenza da emicriptofite.

- *Paucedano verticillaris Ononidetum natricis*, si sviluppa su alluvioni ciottolose intercalate a sabbie e talvolta a limi della parte medio-alta del bacino e prende costantemente contatto con il saliceto a dominanza di *Salix eleagnos*.

Vegetazione palustre

La porzione di pianura del fiume Marecchia è caratterizzata dalle evidenze dagli effetti delle azioni antropogene che si manifestano con alterazioni del profilo di equilibrio del fiume soprattutto nella porzione più pianeggiante. Attualmente assistiamo da un lato ad azioni di rettificazione ed irrigidimento delle sponde con gabbioni e massi ciclopici che artificializzano sempre più il sistema; dall'altro ciò comporta una maggiore velocità e capacità erosiva che non permette al fiume di compiere appieno la sua funzione ecologica soprattutto in quei punti in cui l'alveo è profondamente inciso, risultanza delle antiche, ma non troppo, escavazioni in alveo.

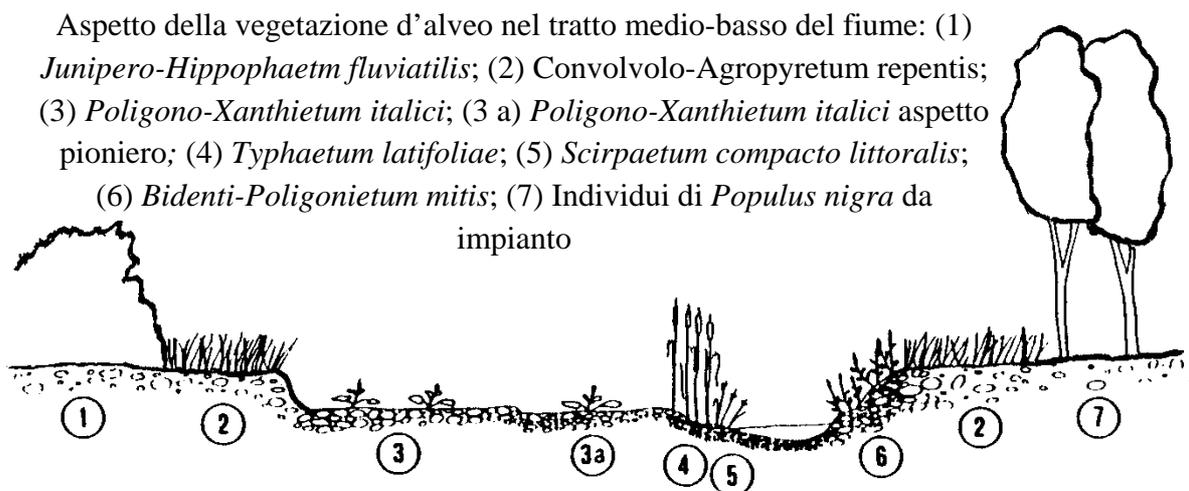
Queste fitocenosi si sviluppano principalmente in acque poco profonde, stagnanti o debolmente correnti e queste condizioni, per le ragioni sopra citate, sono certamente non molto frequenti. Tali vegetazioni sono costituite da piante spesso di grande taglia diffuse lungo tutto il corso del fiume e nei canali laterali ma è nella parte a valle, nei bacini dell'alveo sopraelevato, che tali popolamenti assumono il massimo sviluppo.

Infatti, nell'area in cui l'alveo fluviale è caratterizzato da un complesso di bacini artificiali rinaturalizzatisi spontaneamente, utilizzati a scopi principalmente venatori sono distribuite le vegetazioni ad alofite. Fra le specie più propriamente igrofile e legate all'ambiente fluviale c'è *Epilobium hirsutum*, *E. dodonaei* mentre nelle zone più umide e prossime al corso d'acqua si formano talvolta tipici popolamenti di elofite anche molto estesi composti da *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia* e nelle anse con acque più profonde e debolmente correnti *Shoenoplectus lacustris*.

Le dinamiche di queste vegetazioni portano alla formazione di macchie di *Salix alba* con ai margini anche grossi individui di *Populus albae* che tenderebbero a formare ove l'azione dell'uomo non ne impedisse l'espansione, un bosco igrofilo a struttura complessa ed elevata.

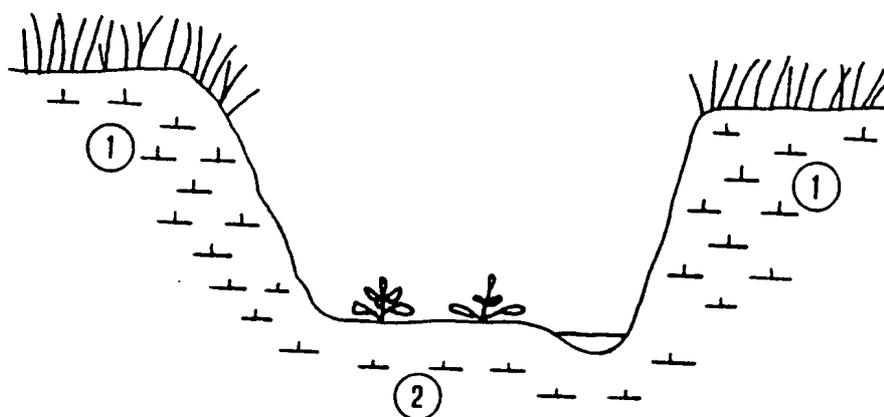
Altre piante tipiche di queste cenosi, intimamente legate all'acqua, sono *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Alisma plantago-aquatica*. Nelle depressioni interessate dal periodico ristagno d'acqua su substrati debolmente permeabili, si insediano tipici popolamenti di *Juncus articulatus* e *Juncus inflexus*.

Particolare interesse è costituito da alcuni aggruppamenti di *Typha minima* e di *Typha*



laxmanni. Quest'ultima specie è rara nella penisola italiana poiché il suo areale è eurimediterraneo a gravitazione orientale.

Dove l'alveo è molto inciso la vegetazione che ne colonizza il substrato è caratterizzata da forme pioniere dell'associazione *Poligono-Xanthietum italici* (2) mentre gli argini sono occupati da popolamenti *Agropyron repens* (1) in stadi evolutivi verso l'associazione *Arundinetum plinianae*.



Vegetazione disturbata di post-coltura (vegetazione erbacea, pascoli e prati da sfalcio)

Parte di queste superfici sono state oggi riconvertite a pascolo ovino. Dove è assente o non è rilevante l'interferenza delle attività agro-pastorali, la copertura vegetale spontanea tende ad evolvere spontaneamente verso cenosi erbacee ed erbaceo-arbustive post-colturali che preludono all'ingresso di specie arboree forestali e quindi al graduale reimpianto naturale del bosco. I prati che prima si insediano sono dominati da graminacee quali *Dactylis glomerata*, *Bromus erectus*, *Agropyron repens*. A queste si accompagnano un artiolato corredo erbaceo. Uno stadio erbaceo arbustato più avanzato del quale si è accennato in precedenza è caratterizzato da *Brachypodium pinnatum* che tende a formare densi tappeti. Questi prati, già dalle prime fasi di colonizzazione post-culturale, vengono colonizzati da specie arbustive

Vegetazione dei calanchi.

Esistono diversi aspetti che variano da forme più vicine ai calanchi a forme calancoidi ormai completamente o quasi rinaturate spontaneamente. Nei diversi casi si presentano profondamente incise da forme erosive, i calanchi, caratterizzati da una propria vegetazione erbacea e, a stadi più evoluti, anche arbustiva con una struttura di una certa complessità. Nelle situazioni più acclivi, i terreni sono instabili, franosi, soggetti a dilavamenti e colate nelle fasi piovose, aridi e riarsi nelle fasi calde. Le elevate concentrazioni di cloruri e solfati di sodio (1-3 g/l), selezionano le specie alofile e basifile che si insediano in questi ambienti caratterizzati da condizioni estreme. *Agropyron pungens*, *Hordeum maritimum*, *Aster Linosyris*, *Podospermum canum*, *Rapistrum rugosum* sono alcune di queste e la più caratteristica è sicuramente *Artemisia cretacea*. Lo sviluppatissimo apparato radicale gli permette di sopravvivere sulle argille plioceniche ed iniziare l'opera di consolidamento. E' specie caratteristica dell'associazione *Agropyro-Artemisietum cretaceae*. Tali associazioni erbacee caratteristiche dei suoli argillosi calanchivi appartengono all'alleanza *Parapholido-Podospermion cani*.

I versanti franosi e terreni in via di smottamento sufficientemente umidi si presentano colonizzati da formazioni estese di cannuccia del Reno (*Arundo pliniana*). Questa graminacea tende a stabilizzare il terreno e a predisporre il suolo all'ingresso di specie arbustive più esigenti. Alla base dei calanchi o su impluvi non particolarmente ripidi si instaura una vegetazione arbustiva igrofila analoga a quella delle aree ripariali.

Vegetazione subalofila dei calanchi argillosi (*Parapholido-Podospermion cani*, Ferrari e Gerdol 1987). Aggruppamenti erbacei radi costituiti da *Agropyron pungens*, *Agropyron repens*, *Artemisia cretacea*, *Hordeum maritimum*, *Podospermum canum*, e talora anche *Plantago maritima*; negli aspetti meno aridi è diffuso *Atriplex latifolia*, in quelli più aridi *Salsola soda*. Vegetazione durevole delle pareti calanchive a suolo debolmente salato, su argille plioceniche o scagliose. Grado di artificializzazione debole.

Vegetazione di origine antropica (Frutteti, vigneti, orti e seminativi)

Siepi. Le siepi un tempo erano molto diffuse nelle aree agricole come piantagioni eseguite per delimitare le proprietà; in altri casi erano costituite da vegetazione spontanea confinata in aree di terreno non sfruttato o rappresentavano lembi relitti di boschi originari. Attualmente sono ovunque piuttosto limitate, eliminate in seguito alla meccanizzazione dei lavori agricoli. Attualmente sono invece rivalutate come importanti elementi del paesaggio rurale, non solo per il benefico effetto di interruzione della monotonia delle zone agricole, ma anche per il fondamentale ruolo ecosistemico da esse ricoperto. Le siepi, infatti, contribuiscono ad incrementare la diversità biologica di un ambiente, sono in grado di mantenere organismi utili alle colture agrarie, rappresentano un luogo di alimentazione, rifugio e riproduzione per numerose specie di Uccelli e Mammiferi e costituiscono un'efficace barriera contro il vento e l'erosione. Nell'area in esame questi elementi sono abbastanza ridotti nella porzione della bassa valle; si mantengono lungo alcune strade interpoderali, e in alcuni tratti delle strade principali, o sono dislocate in piccole scarpate e ambienti disturbati, in cui prevalgono specie nitrofilo-ruderali. In alcuni casi assieme alle specie arbustive sono presenti alcuni alberi,

isolati o in filare, anche di grosse dimensioni. Le specie maggiormente presenti sono: *Crataegus monogyna*, *Ulmus minor*, *Acer campestre*, *Paliurus spina-christi*, *Prunus spinosa*, *Rubus ulmifolius*, *Sambucus nigra*, *Clematis vitalba*, *Robinia pseudacacia*, *Ailanthus altissima*.

Filari. Le specie arboree rilevate lungo i filari sono state: Pioppo cipressino (*Populus nigra* cv. *italica*), Pioppo nero (*Populus nigra*), Acero campestre (*Acer campestre*), Olmo (*Ulmus minor*), Quercia (*Quercus* sp.), Eleagno (*Elaeagnus angustifolia*), Acero negundo (*Acer negundo*), Tiglio (*Tilia* sp.), Robinia (*Robinia pseudacacia*), Cedro (*Cedrus* sp.), Tuja (*Thuja* sp.).

Frutteti e vigneti. La viticoltura assieme alle colture arboree da frutto interessa una superficie non trascurabile dell'area considerata ed è spesso associata a una vegetazione infestante riferibile alla classe Chenopodietea. All'aumentare della disponibilità dell'acqua nel suolo si osserva la comparsa di specie della classe Artemisietea, quali *Artemisia vulgaris*, *Urtica dioica*, *Daucus carota*. Dove invece il suolo è ben drenato sono frequenti specie bulbose come *Ornithogalum umbellatum*, *Allium* spp., *Muscari* spp..

Coltivi. Colture cerealicole. Sono abbastanza diffuse nel territorio in esame e in esse è possibile riconoscere su base fitosociologica delle associazioni vegetali infestanti, la cui composizione floristica dipende dai cicli delle colture interessate. Si può, infatti, distinguere nettamente tra le fitocenosi infestanti le colture a ciclo invernale-primaverile, a fioritura primaverile e fruttificazione estiva (classe Secalinetea) e quelle infestanti le colture a ciclo primaverile-estivo, a fioritura serotina e fruttificazione estivo-autunnale (classe Chenopodietea). Compaiono nei popolamenti riferibili alla classe Secalinetea specie come *Papaver rhoeas*, *Matricharia chamomilla*, *Anagallis arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Avena* spp., ecc. Tra i costituenti della classe Chenopodietea ricordiamo *Chenopodium album*, *Mercurialis annua*, *Amaranthus retroflexus*, *Sonchus asper*, *Picris hieracioides*, *Setaria* spp., ecc.

Colture foraggere. Sono solitamente di medica, che si alternano ai seminativi cerealicoli per lasciare la terra a riposo. In questi prati le specie spontanee si mescolano a quelle coltivate, che con il tempo possono regredire per l'eccessiva competitività delle infestanti. Se la coltura foraggera si è da poco sostituita a una cerealicola, le specie avventizie presenti sono sostanzialmente le stesse del seminativo precedente, se invece la coltura è già da tempo presente sul terreno si insediano specie della classe Chenopodietea. In certi casi possono prendere il sopravvento graminacee come *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*.

Boschi ed arbusteti ruderali

Boschi ruderali di latifoglie. Vegetazione a robinia (*Robinia pseudoacacia*) ed ailanto (*Ailanthus altissima*) dovuta a naturalizzazione, o talora anche a piantagione, delle due specie esotiche in ambienti disturbati, scarpate, margini di strade e campi, terreni soggetti a discarica occasionale di rifiuti organici. Vegetazione di tipo durevole con grado di artificializzazione forte.

Parchi di ville verde pubblico e sportivo

In questa tipologia vengono incluse le aree a parco pubblico e i giardini annessi ad alcune case e ville presenti lungo l'asta del fiume. In genere si caratterizzano per la presenza di alberi, spesso di specie esotiche e conifere, anche di grandi dimensioni. In assenza di grande disturbo possono fungere da aree di notevole importanza per le specie di uccelli che vi trovano adatte condizioni per la nidificazione che avviene spesso nelle infrastrutture antropiche.

4. QUADRO FAUNISTICO DI BASE

All'interno di un ecosistema la componente faunistica è determinata generalmente ma soprattutto in questo caso, dalla complessità del paesaggio fluviale (inteso come sistema di ecosistemi) che si riflette in una diversificazione della componente vegetazionale. Più un ambiente risulta essere ecologicamente omogeneo maggiormente saranno rappresentate le specie tipiche di quell'ambiente e la monotonia si rifletterà in una minore ricchezza specifica (= il numero di specie) di quel tipo di ambiente. Per chiarirci, in un bosco la ricchezza sarà sicuramente superiore che in un campo di grano perché il bosco offre numerose nicchie ecologiche distribuite sia lungo un gradiente verticale dal momento che ci sono specie che frequentano prevalentemente la fascia delle chiome, altre sono più legate al tronco, altre ancora vivono più vicino al terreno ecc. sia in senso spaziale, cioè legate alle diverse parcelle di età del bosco in relazione anche alla complessità floristica della vegetazione.

Un campo di grano, al contrario, sarà monotono e risulterà abitato dalle poche specie tipiche della "steppa cerealicola".

Questa sintetica introduzione si rende necessaria per spiegare quanto sia realmente e potenzialmente importante acquisire informazioni sulla fauna che vive **"in un paesaggio con diversificazione di ecosistemi ed anche con ecosistemi diversificati"**.

Il territorio del fiume Marecchia in ciò è stato sicuramente favorito dalle caratteristiche biogeografiche del bacino idrografico dal momento che questo territorio è ormai riconosciuto come area di compenetrazione tra elementi faunistici e floristici a distribuzione continentale ed a distribuzione mediterranea e quindi confine biogeografico rilevante, nonché importante linea di migrazione per le specie di Uccelli che devono valicare l'Appennino così come definito anche dal parere dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (15/07/94, prot. 3589/T-A60).

Da queste considerazioni, risulta evidente che maggiori sono le nicchie ecologiche offerte dall'ambiente più numerose sono le possibilità per la fauna di espletare le proprie funzioni biologiche, cioè la sosta durante la migrazione, l'alimentazione e la riproduzione.

Numerosi studi hanno descritto i caratteri del paesaggio (Merloni 1988; Casini e Santolini 1988; Casini, Santolini e Semeraro 1988; Santolini 1990; Santolini 1991; Santolini 1992; Ubaldi e Rondini in stampa 1993, Bagli 1993) e una parte di essi ha utilizzato le comunità animali come indicatori ecologici, ponendo anche in relazione vegetazione e fauna attraverso i parametri descrittivi della comunità ornitica nidificante (Santolini 1990, Casini e Santolini 1992) per una valutazione ecologica dell'area.

Dall'analisi della cospicua bibliografia faunistica e da osservazioni originali che di fatto confermano l'elevata potenzialità del territorio, è stato costruito un quadro faunistico di base che riportiamo di seguito in cui per ogni specie viene rappresentato anche il valore di conservazione e per gli uccelli anche lo status. Tale quadro faunistico ha inoltre permesso di elaborare l'indice Faunistico cenotico medio (IFm) che evidenzia il peso di ogni tipologia di uso del suolo e vegetazionale a fini conservazionistici.

Complessivamente la Valle del fiume Marecchia annovera ben 201 specie di Vertebrati (Pesci, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi) che si riproducono negli ecosistemi del suo bacino. La stima è per difetto poiché per valutare la presenza dei Chiroteri occorrono opportune indagini. In particolare:

Pesci: le specie presenti sono risultate 41. Di notevole interesse possiamo ricordare la Trota fario (*Salmo trutta*) ed il Vairone (*Leuciscus souffia*) con alcune popolazioni nell'alto bacino.

Anfibi: questa classe raccoglie ben 13 specie tra cui spicca la presenza di endemismi italici quali il Tritone appenninico (*Triturus alpestris apuanus*) tra gli Urodela e l'Ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata pachypus*) tra gli anuri.

Rettili: 12 specie sono diffuse in questo territorio. Di notevole interesse risulta la segnalazione della Luscengola (*Chalcides chalcides*) piccolo sauro a gravitazione più mediterranea e la Tartaruga palustre (*Emys orbicularis*) specie sempre più rarefatta a causa della sottrazione di habitat.

Uccelli: è la classe più rappresentata e numericamente più importante tra i Vertebrati. Il bacino idrografico annovera la presenza di ben 105 specie nidificanti di cui il 22% legate alle zone umide, il 9,5% di specie *hole depending* cioè dipendenti dalle cavità degli alberi e quindi dalla struttura più stabile e vetusta dei boschi ed infine ancora il 9,5% di rapaci notturni e diurni a sottolineare la complessità della rete trofica e quindi del sistema ecologico.

In questi ultimi anni, l'insediamento di alcune specie nidificanti prima in forma sporadica poi in un numero più consistente, ha sottolineato maggiormente l'importanza della conoide del Fiume Marecchia non solo come sito transitorio da utilizzare durante le migrazioni ma anche come area di riproduzione. Da sottolineare essenzialmente alcuni eventi:

a) la presenza di una garzaia posta in Comune di Santarcangelo (area Golf), formata da un centinaio di nidi e composta per la gran parte da Nitticora (*Ncticorax ncticorax*) con alcuni nidi (8-10) anche di Garzetta (*Egretta garzetta*) e Sgarza dal ciuffo (*Ardeola ralloides*).

b) Nella zona dove maggiore è la disponibilità di ambiente palustre in questi ultimi anni si è osservata la nidificazione di alcune specie importanti quali l'Airone rosso (*Ardea purpurea*), la Marzaiola (*Anas querquedula*), la Pavoncella (*Vanellus vanellus*) ed il Falco di Palude (*Circus aeruginosus*), oltre ad altre di minor interesse conservazionistico seppure importanti.

c) in quest'area si è insediata inoltre una colonia di Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*) dopo che, per alcuni anni, coppie sporadiche si sono riprodotte dal 1985.

Inoltre, tutta l'area assume una importante funzione di sito di riposo e di alimentazione durante la migrazione soprattutto primaverile. Tra le numerose specie anche rare e/o di importanza conservazionistica che vi si possono osservare ci sono il Mignattaio (*Plegadis falcinellus*), la Cicogna bianca (*Ciconia ciconia*), la Cicogna nera (*Ciconia nigra*), il Falco Pescatore (*Pandion haliaetus*) ecc..

Le specie sopra menzionate sono particolarmente protette ai sensi della LN 157/92 ed alcune di queste sono inoltre inserite negli elenchi di convenzioni internazionali quali lista Rossa delle specie in pericolo in Italia, la Convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa ratificata e resa esecutiva il 05/08/1981 e la Direttiva CEE n. 244/91 concernente la conservazione degli Uccelli selvatici che è parte integrante della Direttiva CEE n. 43/92 relativa alla *Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche* e nella quale sono indicate specie di Vertebrati presenti nell'area definiti prioritari e/o di interesse comunitario.

Mammiferi: sono 31 le specie presenti nel bacino idrografico che ha avuto una funzione importante come elemento di distribuzione nell'espansione di alcune specie di importanza comunitaria. Tra queste prima fra tutte il Lupo (*Canis lupus*) che già nei primi anni '80 ha indicato una modificazione degli ecosistemi montani e collinari appenninici. Infatti il lupo è stato preceduto dall'espansione di due sue prede peculiari il Capriolo (*Capreolus capreolus*) ed il Cinghiale (*Sus scrofa*) quest'ultimo immesso con ceppi non autoctoni per scopi venatori. Da segnalare infine, la diffusione adriatica dell'Istrice (*Istrix cristata*) che ha trovato in questa valle una via di penetrazione verso l'Adriatico.

PESCI

UE LN BE BO SPEC ETS LR

AGNATHA

Ordine PETROMYZONTIFORMES

Famiglia PETROMYZONTIDAE

Lampreda di mare	<i>Petromyzon marinus</i>		
Lampreda di torrente	<i>Lampetra planeri</i>		
Lampreda fluviale	<i>Lampetra fluviatilis</i>		

OSTEICHTHYES

Ordine ANGUILLIFORMES

Famiglia ANGUILLIDAE

Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i>		
----------	--------------------------	--	--

Ordine SALMONIFORMES

Famiglia ESOCIDAE

Luccio	<i>Esox lucius</i>		
--------	--------------------	--	--

Famiglia SALMONIDAE

Trota iridea	<i>Oncorhynchus mikiss</i>		
Trota di torrente	<i>Salmo trutta</i>		DD

Ordine CYPRINIFORMES

Famiglia CYPRINIDAE

Triotto	<i>Rutilus rubilio</i>		
Cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i>		
Vairone	<i>Leuciscus souffia</i>	B	LR
Scardola	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		
Tinca	<i>Tinca tinca</i>		
Alborella	<i>Alburnus alburnus</i>		
Savetta	<i>Chondrostoma soetta</i>		
Lasca	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	B	
Barbo	<i>Barbus plebejus</i>	E, B	LR

		UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Gobio	<i>Gobio gobio</i>							LR
Carassio	<i>Carassius carassius</i>							
Pesce rosso	<i>Carassius auratus</i>							
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>							
Carpa erbivora	<i>Ctenopharygodon idella</i>							
Famiglia COBITIDAE								
Cobite	<i>Cobitis taenia</i>							LR
Ordine SILURIFORMES								
Famiglia ICTALURIDAE								
Pesce gatto	<i>Ictalurus melas</i>							
Famiglia GASTEROSTEIDAE								
Spinarello	<i>Gasteroides aculeatus</i>							
Famiglia PECILIDAE								
Gambusia	<i>Gambusia affinis holbrooki</i>							
Famiglia MUGILIDAE								
Cefalo o Volpina	<i>Mugil cephalus</i>							*
Muggine calamita	<i>Liza ramada</i>							*
Muggine dorato	<i>Liza aurata</i>							*
Muggine musino	<i>Liza saliens</i>							*
Famiglia ATERINIDAE								
Latterino	<i>Atherina boyeri</i>							*
Famiglia Serranidi								
Spigola o Branzino	<i>Dicentrarchus labrax</i>							*
Ordine PERCIFORMES								

		UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia CENTRARCHIDAE								
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i>							
Persico trota	<i>Micropterus salmoides</i>							
Famiglia SPARIDI								
Orata	<i>Sparus auratus</i>							
Famiglia BLENNIDAE								
Bavosa comune	<i>Blennius pavo</i>							
Cagnetto	<i>Blennius fluviatilis</i>							
Famiglia GOBIDI								
Ghiozzo nero	<i>Gobius niger</i>							
Ghiozzo paganello	<i>Gobius paganellus</i>							
Famiglia PLEURONETTIDI								
Passera	<i>Platichthys flesus</i>					*		
Sogliola	<i>Solea vulgaris</i>							
Rombo	<i>Scophthalmus rhombus</i>							
ANFIBI								
Ordine CAUDATA								
Famiglia SALAMADRIDAE								
Salamandra pezzata	<i>Salmandra salamandra</i>						III	
Salamandrina dagli occhiali	<i>Salamandrina terdigitata</i>	B					II	LR
Tritone alpestre	<i>Triturus alpestris apuanus</i>						III	LR
Tritone crestato	<i>Triturus carnifex</i>						III	
Tritone punteggiato	<i>Triturus vulgaris meridionalis</i>						III	

		UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia PLETODONTIDAE								
Geotritone	<i>Hydromantes italicus italicus</i>							
Ordine ANURA								
Famiglia DISCOGLOSSIDAE								
Ululone ventre giallo	<i>Bombina variegata</i>	B		II				LR
Famiglia BUFONIDAE								
Rospo comune	<i>Bufo bufo</i>					III		
Rospo smeraldino	<i>Bufo viridis</i>					II		
Famiglia HYLIDAE								
Raganella	<i>Hyla arborea</i>					II		DD
Famiglia RANIDAE								
Rana verde	<i>Rana esculenta complex</i>					III		
Rana agile	<i>Rana dalmatina</i>					II		
Rana greca	<i>Rana graeca</i>					III		
RETTILI								
Ordine TESTUDINIDAE								
Famiglia EMYDAE								
Testuggine d'acqua	<i>Emys orbicularis</i>	B,D		II				LR
Ordine SQUAMATA								
Sottordine SAUREA								
Famiglia GECONIDAE								
Tarantola muraiola	<i>Tarentola mauritanica</i>					III		

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia ANGUIDAE									
Orbettino	<i>Anguis fragilis</i>						III		
Famiglia LACERTIDAE									
Ramarro	<i>Lacerta viridis</i>		D		II				
Lucertola dei muri	<i>Podarcis muralis</i>		D		II				
Lucertola campestre	<i>Podarcis sicula</i>		D		II				
Sottordine OPHIDIA									
Famiglia COLUBRIDAE									
Biacco	<i>Coluber viridiflavus</i>		D		III				
Colubro liscio	<i>Coronella austriaca</i>		D		II				
Colubro d'Esculapio	<i>Elaphe longissima</i>		D		II				
Natrice dal collare	<i>Natrix natrix</i>				III				
Natrice tassellata	<i>Natrix tessellata</i>		D		III				
Famiglia VIPERIDAE									
Vipera comune	<i>Vipera aspis</i>				III				

UCCELLI			Fenologia in Italia	UE	LN	BE	BO	SP	ET	LR
Ordine GAVIIFORMES										
Famiglia GAVIIDAE										
Tuffetto	<i>Tachybaptus ruficollis</i>		SB par, M reg, W			II			S	
Svasso maggiore	<i>Podiceps cristatus</i>		SB par, M reg, W			III			S	
Ordine CICONIIFORMES										
Famiglia ARDEIDAE										
Tarabusino	<i>Ixobrychus minutus</i>		M reg, B	I		II	II	3	V	

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Nitticora	<i>Nycticorax nycticorax</i>	M reg, B, W par	I		II		3	D	
Garzetta	<i>Egretta garzetta</i>	M reg, B, W par	I		II			S	
Airone rosso	<i>Ardea purpurea</i>	M reg, B, W irr	I		II	II	3	V	LR
Ordine ANSERIFORMES									
Famiglia ANATIDAE									
Canapiglia	<i>Anas strepera</i>	M reg, W, B		C	III	II	3	V	CR
Germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>	SB, M reg, W		C	III	II		S	
Marzaiola	<i>Anas querquedula</i>	M reg, B, W irr		C	III	II	3	V	VU
Ordine ACCIPITRIFORMES									
Famiglia ACCIPITRIDAE									
Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	M reg, B	I	TU	II	II	4	S	VU
Falco di palude	<i>Circus aeruginosus</i>	SB, M reg, W	I	TU	II	II		S	EN
Albanella minore	<i>Circus pygargus</i>	M reg, B	I	TU	II	II	4	S	VU
Poiana	<i>Buteo buteo</i>	SB, M reg, W		TU	II	II		S	
Ordine FALCONIFORMES									
Famiglia FALCONIDAE									
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	SB, M reg, W		TU	II	II	3	D	
Lodolaio	<i>Falco subbuteo</i>	M reg, B, W irr		TU	II	II		S	VU
Ordine GALLIFORMES									
Famiglia PHASIANIDAE									
Quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>	M reg, B, W par	II*	C	III	II	3	V	
Fagiano comune	<i>Phasianus colchicus</i>	SB (ripopolato)		C	III			S	
Ordine GRUIFORMES									
Famiglia RALLIDAE									
Porciglione	<i>Rallus aquaticus</i>	SB, M reg, W	II*	C	III			S	
Voltolino	<i>Porzana porzana</i>	M reg, B, W irr	I		II	II	4	S	

Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>	SB, M reg, W	UE II*	LN C	BE III	BO	SPEC	ETS S	LR
Folaga	<i>Fulica atra</i>	SB, M reg, W		C	III			S	
Ordine CHARADRIIFORMES									
Famiglia RECURVIROSTRIDAE									
Cavaliere d'Italia	<i>Himantopus himantopus</i>	M reg, B, W par	I	TU	II	II		S	LR
Famiglia CHARADRIIDAE									
Corriere piccolo	<i>Charadrius dubius</i>	M reg, B, W irr			II	II		S	LR
Ordine COLUMBIFORMES									
Famiglia COLUMBIDAE									
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	SB, M reg, W		C			4	S	
Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	SB, M reg	II		III			S	
Tortora	<i>Streptopelia turtur</i>	M reg, B, W irr	II*	C	III		3	D	
Ordine CUCULIFORMES									
Famiglia CUCULIDAE									
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	M reg, B, W irr			III			S	
Ordine STRIGIFORMES									
Famiglia TYTONIDAE									
Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	SB, M reg, W par		TU	II		3	D	LR
Famiglia STRIGIDAE									
Assiolo	<i>Otus scops</i>	SB par, M reg, W par		TU	II		2	D	LR
Civetta	<i>Athene noctua</i>	SB, M reg, W par		TU	II		3	D	
Allocco	<i>Strix aluco</i>	SB, M irr		TU	II		4	S	
Gufo comune	<i>Asio otus</i>	SB par, M reg, W		TU	II			S	LR

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Ordine CAPRIMULGIFORMES									
Famiglia CAPRIMULGIDAE									
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	M reg, B, W irr	I		II		2	D	
Ordine CORACIIFORMES									
Famiglia ALCEDINIDAE									
Martin pescatore	<i>Alcedo atthis</i>	SB, M reg, W	I		II		3	D	LR
Famiglia MEROPIDAE									
Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	M reg, B			II	II	3	D	
Famiglia UPUPIDAE									
Upupa	<i>Upupa epops</i>	M reg, B, W par			II			S	
Ordine PICIFORMES									
Famiglia PICIDAE									
Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>	M reg, B, par(SB par?)			TU II		3	D	
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>	SB, M irr			TU II		2	D	LR
Picchio rosso maggiore	<i>Picoides major</i>	SB, M reg, W par			TU II			S	
Ordine PASSERIFORMES									
Famiglia ALAUDIDAE									
Calandrella	<i>Calandrella brachydactyla</i>	M reg, B	I		II		3	V	
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	SB, M reg, W par	I		III		2	V	
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	SB, M reg, W	II*	C	III		3	V	
Famiglia HIRUNDINIDAE									
Topino	<i>Riparia riparia</i>	M reg, B			II		3	D	
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	M reg, B, W par			II		3	D	
Balestruccio	<i>Delichon urbica</i>	M reg, B, W irr			II			S	

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia MOTACILLIDAE									
Calandro	<i>Anthus campestris</i>	M reg, B	I		II		3		V
Prispolone	<i>Anthus trivialis</i>	M reg, B, W irr			II				S
Spioncello	<i>Anthus spinoletta</i>	SB par, M reg, W			II				S
Cutrettola	<i>Motacilla flava</i>	M reg, B, W irr			II				S
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	SB, M reg, W			II				S
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	SB, M reg, W			II				S
Famiglia TROGLODYTIDAE									
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	SB, M reg, W			II				S
Famiglia PRUNELLIDAE									
Passera scopaiola	<i>Prunella modularis</i>	SB par, M reg, W			II		4		S
Famiglia TURDIDAE									
Pettiroso	<i>Erithacus rubecula</i>	SB, M reg, W			II		4		S
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	M reg, B, W irr			II		4		S
Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochruros</i>	SB par, M reg, W			II				S
Codirosso	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	M reg, B, W irr			II		2		V
Saltimpalo	<i>Saxicola torquata</i>	SB, M reg, W			II		3		D
Passero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	SB, M reg, W par			II		3		V
Merlo	<i>Turdus merula</i>	SB, M reg, W	II*	C	III		4		S
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	SB par, M reg, W	II*	C	III		4		S
Famiglia SYLVIIDAE									
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	SB, M reg, W par			II				S
Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>	SB, M reg, W par			II				S
Cannaiola	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	M reg, B, W irr			II		4		S
Cannareccione	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	M reg, B			II				S
Canapino	<i>Hippolais polyglotta</i>	M reg, B			II		4		S
Sterpazzolina	<i>Sylvia cantillans</i>	M reg, B			II		4		S

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>	SB, M reg, W par			II		4	S	
Bigia grossa	<i>Sylvia hortensis</i>	M reg, B, W irr			II		3	V	EN
Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>	M reg, B			II		4	S	
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	SB, M reg, W			II		4	S	
Luì bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>	M reg, B, W irr			II		4	S	
Luì piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	SB par, M reg, W			II			S	
Regolo	<i>Regulus regulus</i>	SB, M reg, W			II		4	S	
Famiglia MUSCICAPIDAE									
Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	M reg, B			II	II	3	D	
Famiglia AEGITHALIDAE									
Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	SB, M reg, W			II			S	
Famiglia PARIDAE									
Cincia bigia	<i>Parus palustris</i>	SB, M reg, W			II			S	
Cincia mora	<i>Parus ater</i>	SB, M reg, W			II			S	
Cinciarella	<i>Parus caeruleus</i>	SB, M reg, W			II		4	S	
Cinciallegra	<i>Parus major</i>	SB, M reg, W			II			S	
Famiglia SITTIDAE									
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	SB, M irr, W irr			II			S	
Famiglia CERTHIIDAE									
Rampichino	<i>Certhia brachydactyla</i>	SB, M irr			II		4	S	
Famiglia REMIZIDAE									
Pendolino	<i>Remiz pendulinus</i>	SB, M reg, W			III			S	
Famiglia ORIOLIDAE									
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	M reg, B			II			S	

			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia LANIIDAE									
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	M reg, B	I		II		3	D	
Averla capirossa	<i>Lanius senator</i>	M reg, B, W irr			II		2	V	LR
Famiglia CORVIDAE									
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	SB, M irr	II*	C				S	
Gazza	<i>Pica pica</i>	SB, M irr	II*	C				S	
Taccola	<i>Corvus monedula</i>	SB, M reg, W par	II	C*			4	S	
Cornacchia	<i>Corvus corone</i>	SB, M reg, W par	II*	C				S	
Famiglia STURNIDAE									
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	SB, M reg, W	II	C*				S	
Famiglia PASSERIDAE									
Passera europea	<i>Passer domesticus</i>	SB, M irr		C*				S	
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	SB, M reg, W		C*	III			S	
Famiglia FRINGILLIDAE									
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	SB, M reg, W		C*	III		4	S	
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	SB par, M reg, W par			II		4	S	
Verdone	<i>Carduelis chloris</i>	SB, M reg, W			II		4	S	
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	SB, M reg, W			II			S	
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>	SB, M reg, W			II		4	S	
Ciuffolotto	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	SB, M reg, W			III			S	
Famiglia EMBERIZIDAE									
Zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>	SB par, M reg, W			II		4	S	
Zigolo nero	<i>Emberiza cirrus</i>	SB, M reg, W par			II		4	S	
Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	SB, M reg, W			II		3	V	
Ortolano	<i>Emberiza hortulana</i>	M reg, B, W irr	I		III		2	V	LR
Migliarino di palude	<i>Emberiza schoeniclus</i>	SB, M reg, W			II			S	

Strillozzo	<i>Miliaria calandra</i>	SB, M reg, W par	UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
					III		4	S	
MAMMIFERI									
Ordine INSECTIVORA									
Famiglia TALPIDAE									
Talpa ceca	<i>Talpa caeca</i>								
Talpa	<i>Talpa europaea</i>								
Famiglia ERINACEIDAE									
Riccio	<i>Erinaceus europaeus</i>					PP	III		
Famiglia SORICIDAE									
Toporagno	<i>Sorex araneus</i>					PP	III		
Toporagno acquatico	<i>Neomys sp.</i>					PP	III		
Crocidura ventre bianco	<i>Crocidura leucodon</i>					PP	III		
Crocidura minore	<i>Crocidura suaveolens</i>					PP	III		
Mustiolo	<i>Suncus etruscus</i>					PP	III		
Ordine LAGOMORPHA									
Famiglia LEPORIDAE									
Lepre comune	<i>Lepus europaeus</i>					C	III		
Ordine RODENTIA									
Famiglia SCIURIDAE									
Scoiattolo	<i>Sciurus vulgaris</i>					PP	III		VU
Ghiro	<i>Glis glis</i>					PP	III		
Quercino	<i>Eliomys quercinus</i>					PP	III		VU*
Moscardino	<i>Muscardinus avellanarius</i>					PP	III		
			UE	LN	BE	BO	SPEC	ETS	LR
Famiglia MURIDAE									

Arvicola rossastra	<i>Clethrionomys glareolus</i>		
Arvicola del Savi	<i>Microtus savii</i>		
Topo selvatico	<i>Apodemus sylvaticus</i>		
Ratto nero	<i>Rattus rattus</i>		
Surmolotto	<i>Rattus norvegicus</i>		
Topolino delle case	<i>Mus domesticus</i>		VU
Famiglia HYSTRICIDAE			
Istrice	<i>Hystrix cristata</i>	PP	
Ordine CARNIVORA			
Famiglia CANIDAE			
Lupo	<i>Canis lupus</i>		
Volpe	<i>Vulpes vulpes</i>	C	
Famiglia MUSTELIDAE			
Martora	<i>Martes martes</i>	TU III	
Faina	<i>Martes foina</i>	PP III	
Puzzola	<i>Mustela putorius</i>	TU III	DD
Donnola	<i>Mustela nivalis</i>	PP III	
Tasso	<i>Mele meles</i>	PP III	
Famiglia FELIDAE			
Gatto selvatico	<i>Felis sylvestrus</i>	TU	
Ordine ARTIODACTYLA			
Famiglia SUIDAE			
Cinghiale	<i>Sus scrofa</i>	C	
Famiglia CERVIDAE			
Daino	<i>Dama dama</i>		
Capriolo	<i>Capreolus capreolus</i>	C III	

5. CARATTERIZZAZIONE FLUVIALE ATTRAVERSO GLI INDICI ECOLOGICI

In questo capitolo verranno illustrati i risultati relativi all'elaborazione degli indici di qualità del sistema perfluviale al fine di evidenziare meglio l'influenza degli ecosistemi perfluviali sulla funzionalità del corso d'acqua.

5.1. VALUTAZIONE DELL'IMPORTANZA ECOLOGICA DELLA VEGETAZIONE.

Sulla base della carta di dettaglio della vegetazione già descritta nella precedente relazione, è stato stimato il valore ecologico vegetazionale secondo l'approccio metodologico elaborato da Ferrari e dell'Aquila (1993) modificato.

In tale valutazione confluiscono informazioni deducibili dall'analisi sul campo e dall'elaborazione della cartografia di base quali ad esempio la naturalità desunta anche da Biondi e Baldoni (1993) Il valore vegetazionale quindi, è stato ricavato in relazione alla composizione specifica (limitata comunque alle specie dominanti e più frequenti) che ci permette anche di identificare lo stadio evolutivo, successionale della vegetazione, elemento fondamentale per l'attribuzione del valore numerico stesso. L'esame del livello successionale e della composizione specifica permette di identificare il grado di disturbo e di fragilità strutturale della vegetazione anche ad esempio in relazione ai taxa antropocori presenti.

I valori per le diverse tipologie sono illustrati di seguito.

tipo	Descr	serie	punt.	cat.	IFm	cat.
Ac	Cespuglietti	v	12	4	10,38	5
Ad	Abitativo denso	v	0	0	0	0
Al	Alveo fluviale	f	0	0	0	0
Ap	Canneto ad Arundo pliniana	v-f	7	3	3,25	1
Ar	Abitativo rado	v	0	0	4,63	2
Be	Praterie cespugliate	v	10	4	8,88	4
Bt	Vegetazione erbacea igro-nitrofila	f	5	2	2,5	1
Fr	Frutteti, vigneti e orti	v	1	1	2,25	1
Iv	Parchi pubblici, zone sportive, parchi e giardini di ville	v	3	1	9,63	4
La	Laghi e laghetti artificiali	f	0	0	0	0
Lq	Bosco termofilo	v	15	5	12,5	5
Pa	Boschi su suoli umidi	f	15	5	10	4
Pd	Vegetazione erbacea, pascoli e praterie da sfalcio	v	7	3	4,88	2
Ph	Vegetazione palustre	f	7	3	10,25	4
Px	Vegetazione delle rupi	v	10	4	3,63	1
Qo	Bosco mesofilo	v	15	5	12,5	5
Ra	Rimboschimenti di conifere	v	2	1	1,75	1
RI	Rimboschimenti di latifoglie	v	2	1	1,75	1
Rr	Bosco ruderale	v	4	2	6,88	3
Se	Seminativi	v	1	1	2,75	1
Sp	Arbusteti e boscaglie alveali a salice	f	10	4	10,38	5
Vm	Vegetazione dei calanchi	v	0	0	0	0
Vr	Vegetazione erbaceo-arbustiva ruderale	v	1	1	0	0
Zc	Zone soggette ad estrazione	v-f	0	0	0	0
Zi	Zone industriali, infrastrutture	v-f	0	0	0	0
Zra	Affioramenti rocciosi	v	0	0	3,63	1

Dalle cartografie riferite all'*importanza ecologica della vegetazione* ed al *valore conservazionistico* e dai dati relativi all'ecomosaico possiamo trarre alcune considerazioni:

1. i seminativi rappresentano il 34% del territorio esaminato ed è distribuito in 454 parcelle di circa 6 ha di media;
2. il bosco mesofilo raggiunge il 16% con 84 parcelle di superficie media di circa 15 ha ;
3. gli elementi propri della serie degli ambienti riparali (canneto, arbusteti alveali, boschi su suoli umidi) non superano l'11% in 199 parcelle di superficie media di 5 ha.

5.2. LA NATURALITÀ DELLA VEGETAZIONE (IVN)

Questa elaborazione ha determinato la valutazione del “peso” relativo alla conservazione del paesaggio per ognuna delle 130 subaree in cui si è diviso l'ambito fluviale. Dalla rappresentazione cartografica si evidenziano in particolare i seguenti aspetti di tipo qualitativo:

- il 25% delle subaree sono relative a livelli di buona qualità;
- di questa percentuale il 70% è situato in alta valle;
- il 47% delle subaree presentano valori medi distribuiti soprattutto nella parte medio-bassa.
- Le subaree con valori bassi sono concentrate in particolare nella media valle ed all'entrata del fiume nella parte urbana a causa delle evidenti artificializzazioni del corso.

Dall'esame delle informazioni riferite alla vegetazione (paragrafi 5.1 e 5.2.), si evidenzia la notevole frammentazione degli elementi dell'ecomosaico ad elevata naturalità. Tale fenomeno lo si può facilmente osservare nella parte bassa e mediana del corso d'acqua in cui troviamo una progressiva diminuzione della matrice agricola intensiva che relega gli elementi naturali alle strette pertinenze fluviali. Man mano che si procede verso monte la matrice agricola intensiva diminuisce a favore di elementi più naturali dell'ecomosaico. In particolare nella parte mediana del fiume si assiste ad una progressiva sostituzione della matrice agricola con quella a tipologie naturali determinando nella porzione di alta valle aree ad elevata qualità ambientale. Di conseguenza, lo studio della vegetazione perfluviale del fiume Marecchia ha portato a formulare le seguenti considerazioni preliminari:

- a. da un punto di vista floristico e fitosociologico e quindi conservazionistico, siamo in presenza di una zona di transizione in cui elementi mediterranei presentano il loro limite settentrionale di distribuzione, mentre alcune specie continentali hanno nella Valmarecchia il loro limite meridionale.
- b. Stabilità del substrato e quantità dell'acqua sono le condizioni per uno sviluppo significativo della vegetazione igrofila che in alcuni tratti assume caratteri estremamente significativi e funzionali soprattutto nell'alta e media valle.
- c. L'attuale situazione di degrado degli ecosistemi legati dinamicamente alle vicende del fiume causata dal disturbo antropico in particolare dovuto all'occupazione dei suoli alluvionali ed alle colture agricole a ridosso dell'alveo, fa sì che essi non rappresentino più efficaci sistemi di contenimento ed attenuazione degli impatti che le acque correnti hanno sugli ambienti circostanti l'asta fluviale.

5.3. L'ANALISI QUANTITATIVA DEL PAESAGGIO PERIFLUVIALE: LA DIVERSITÀ, L'EQUIPARTIZIONE DEI CONTATTI (Q) E LA QUALITÀ DEGLI ECOTONI

Anche queste elaborazioni cartografiche mostrano in maniera evidente la situazione che caratterizza le unità ambientali dell'ecomosaico perfluviale.

Diversità. È l'indice che mostra in modo evidente il livello di frammentazione del sistema ecologico. Ogni subarea si caratterizza per contenere patches di dimensioni adeguate e quindi funzionali ad una elevata capacità portante. Alti valori di diversità sono indice di unità ambientali piccole tendenzialmente non sufficienti a contenere zoocenosi, soprattutto a Vertebrati, autoriproducentesi proprio per la mancanza di possedere una adeguata area minima vitale.

Purtroppo subaree a bassa diversità sono distribuite nella sola alta valle dove la vegetazione di versante è in forte continuità con l'area ripariale: solo il 6% è rappresentato da valori delle subaree medio alti, mentre il 22% assume valori medi.

Tuttavia, questi valori di diversità si devono integrare con gli elementi vegetazionali e fisionomico-strutturali delle patches in modo da meglio caratterizzare gli elementi di positività ad esempio attraverso patches frammentate ma appartenenti ad una stessa serie vegetazionale garantendo così una dinamica naturale dell'ecosistema che raggruppa quelle subaree ed una relativa potenzialità.

Equiripartizione dei contatti. Anche in questo caso si evidenzia la frammentazione del sistema ecologico perfluviale con scarsissimi elementi che indicano la tendenza all'aggregazione (cioè con valori prossimi allo 0). Solo il 15% delle subaree presenta valori medi e medio alti e di questi il 62% è distribuito in alta valle.

Qualità degli ecotoni. Questo indice al contrario dei precedenti, inserisce anche elementi di tipo qualitativo. Di conseguenza i livelli di qualità tengono conto della naturalità delle unità ambientali che si affrontano, dell'effetto margine e dell'appartenenza a serie vegetazionali non catenali. Questo comporta la valorizzazione delle subaree apparentemente con valori negativi a causa della elevata frammentazione, che comunque persiste, ma in alcune zone gli elementi sono di buona naturalità e spesso elementi della stessa serie vegetazionale.

Infatti, le subaree che presentano livelli medio alti di tale indice risultano essere il 38%; di queste il 55% sono distribuite in alta valle costituendo di fatto un ambito ad alta naturalità, il 27% in media valle ed il rimanente 12% in bassa valle. Se prendiamo in considerazione anche i valori medi possiamo evidenziare come in alta valle queste subaree rappresentano l'86%, mentre in media valle il 69% ed in bassa valle il 66% considerando il fatto però che i valori medi qui costituiscono il 48%.

5.4. IL VALORE CONSERVAZIONISTICO DEL SISTEMA FLUVIALE (IFm)

In questo caso, i valori dell'IFm esprimono il peso conservazionistico delle tipologie vegetazionali testate su base faunistica. In sostanza, attraverso le indagini di campagna e le informazioni bibliografiche, si carica di un contenuto zoosociologico ogni tipologia vegetazionale che esprime così il suo peso di naturalità, la funzionalità in relazione all'essere habitat per specie di interesse comunitario.

Dalla tabella riportata di seguito, si evidenzia come le serie più evolute della vegetazione siano in genere quelle a maggior importanza ecologica anche ai fini della funzionalità fluviale (filtro-tampone).

Se consideriamo le comunità caratteristiche delle diverse tipologie ambientali associabili ad aggruppamenti vegetazionali di area vasta, esse presentano un valore di IFm variabile relativo alla presenza di specie di Uccelli con importanza conservazionistica diversa ed alle caratteristiche fisionomiche strutturali degli habitat.

Comunità forestali. Sono sicuramente gli habitat ecologicamente più complessi soprattutto distribuiti con continuità in alta valle anche se le formazioni di versante sono soggette ad una gestione forestale non troppo consona con le funzioni regimatrici delle acque che deve avere una zona di versante dal momento che i tagli matricinati a turnazione veloce tendono ad un impoverimento della biodiversità progressiva ed a innescare problemi di impoverimento del suolo. Tuttavia, esistono ambiti di importante rilevanza anche con alberi anche di grandi dimensioni, che vanno per contro salvaguardate. Le formazioni igrofile sono relativamente compatte ed omogenee anche se non sempre in diretto contatto con il fiume soprattutto nella parte bassa dove l'ampio alveo e la sua incisione nelle argille "allontana" e isola gli ecosistemi funzionali riparati tra loro. Per queste tipologie l'IFm assume valori elevati il che ne fa un ambiente caratterizzato da più habitat e quindi funzionale ad una fauna sufficientemente diversificata. Soggetta fortemente alle dinamiche antropogeniche che in alcune situazioni soprattutto della media e bassa valle, ne impediscono la completa realizzazione magnificando le funzioni del *continuum* fluviale.

Comunità delle siepi e degli arbusteti. L'abbandono della zona in esame ha determinato un recupero vegetativo che in alcuni stadi serali è caratterizzato da prati cespugliati e da una macchia arbustata. Questo determina la presenza di habitat funzionali a numerose specie in particolare Silvidi e Turdidi che conferiscono valori faunistici tra i più elevati causa l'effetto margine fortemente presente in queste tipologie vegetazionali. Gli arbusteti alveali ed i cespuglietti assumono valori relativi elevati offrendo forti potenzialità per la riqualificazione la gestione del sistema alveale ed acquisire una maggiore protezione delle funzioni del corpo d'acqua.

Vegetazione palustre. Nonostante la limitata estensione di questa tipologia presente soprattutto a causa di una gestione venatoria passata ed attuale, dei terrazzi fluviali in bassa e media valle, essa assume una importanza relevantissima soprattutto in primavera a causa della presenza di specie migratrici che non subiscono (apparentemente) l'impatto dell'azione di caccia e colonizzano gli ecosistemi palustri creati. Esistono specie significative quali Anatidi, Rallidi, limicoli ed Ardeidi (già per altro riportate nel cap.4) sono tra quelle più evidenti e potenzialmente più idonee a colonizzare stabilmente un'area umida che costituisce anche una importante linea di migrazione che stentano ad insediarsi stabilmente a causa del continuo rimaneggiamento di questi siti finalizzati non certo a mantenere processi ecologici dinamici bensì funzionali ad una attività precisa legata alla migrazione autunnale ed allo svernamento degli Anatidi. Questo comporta una continua destrutturazione degli ecosistemi che pur

funzionali ad un fine (attrattività per alcune specie in un determinato periodo fenologico) sospendendo ovviamente il giudizio sull'uso di quel fine, non permette all'ecosistema una evoluzione naturale quindi con dimensioni degli habitat sufficientemente grandi da garantire in modo continuativo comunità stabili. Siamo in presenza di successioni "tronche" in cui la dinamica naturale viene interrotta da un differente uso del suolo a discapito della biodiversità (frammentazione) e della mancata connettività con l'elemento fiume (funzionalità relativa). Tutti gli ambienti acquatici comunque sono fortemente influenzati dalle condizioni della qualità dell'acqua.

Comunità delle formazioni erbacee. In questa categoria di fatto esistono due gruppi legati ad una più o meno importante naturalità: da un lato le colture agrarie che a causa della loro omogeneità a bassa diversificazione fisionomico-strutturale assumono un valore biocenotico basso. Le condizioni ecologiche sono talmente artificiali da non offrire alla fauna una dimensione funzionale, limitandone fortemente la capacità faunistica. A volte questi ecosistemi sono a ridosso del fiume determinando un elemento di ulteriore vulnerabilità del sistema complessivo. Maggiore ricettività faunistica si rileva nei prati stabili e nelle praterie di vario tipo che annoverano serie vegetazionali seminaturali; in questi casi il valore di IFm è medio determinando una maggiore ricettività e l'insediamento di popolamenti più stabili e, conseguentemente, indicando una tendenza alla potenziale funzionalità che deve essere considerata soprattutto quale elemento di diversificazione e di biodiversità all'interno del sistema.

Comunità dei Frutteti (vigneti). Il basso valore dell'indice è dovuto a cenosi caratterizzate comunque da specie relegate alle zone marginali con presenza di vegetazione legnosa e prativa per cui assumono un valore di IFm basso.

Comunità delle zone urbanizzate. Le caratteristiche di queste zone conferiscono una bassa ricettività faunistica se non per quelle specie che si sono adattate alla vicinanza dell'uomo ed a utilizzare le strutture edili come supporto per i loro nidi. Per questi motivi legati anche al forte disturbo le specie sono relativamente limitate con un valore dell'indice faunistico cenotico medio decisamente basso. Fa eccezione la categoria Abitativo rado (Ar) che indica soprattutto la presenza dei casolari a cui si associano vecchie gestioni di uso del suolo funzionali ad una particolare fauna e meritevoli in alcuni casi di conservazione.

In relazione a quanto affermato sulle comunità relative all'asta del fiume Marecchia, dall'analisi della cartografia relativa osserviamo come l'alta valle esprima valori medio elevati praticamente in tutto il tratto (98% delle subaree) evidenziando una notevole idoneità ecologica per le specie ed una buona potenzialità funzionale delle zone perifluviali. Il tratto mediano comincia ad evidenziare le problematicità dal momento che le subaree negative risultano essere il 54%. Problemi ancora maggiori, evidenziati anche dall'analisi delle comunità e riferite a patches piccole, di serie tronche e fortemente instabili, risulta avere la bassa valle con subaree negative che rappresentano il 77% del totale del tratto. Tuttavia le subaree problematiche sono il 44% del totale e di questo il 58% è distribuito nella bassa valle.

AMBIENTI	RICCHEZZA			VALORE CONSERVAZIONISTICO																							$\Sigma(V_{cp})$	Indice faunistico cenotico medio
	N specie=105			UE=16			LN=15			BE=272			BO=17			SPEC=97			ETS=197			LR=24			□			
	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}	SP	I _{sp}	V _{cp}		SP		
Qo	45	0,43	16	2	0,13	4	9	0,60	16	111	0,41	16	4	0,24	7	34	0,35	14	61	0,31	15	7	0,29	13	101	12,63		
Ph	28	0,27	9	8	0,50	16	2	0,13	4	75	0,28	10	10	0,59	16	18	0,19	6	52	0,26	12	9	0,38	16	89	11,13		
Ac	37	0,35	13	3	0,19	6	3	0,20	6	95	0,35	14	1	0,06	2	39	0,40	16	65	0,33	16	6	0,25	11	84	10,50		
Sp	35	0,33	12	5	0,31	10	2	0,13	4	93	0,34	13	4	0,24	7	25	0,26	9	53	0,27	13	8	0,33	15	83	10,38		
Pa	40	0,38	14	2	0,13	4	7	0,47	13	97	0,36	14	3	0,18	5	24	0,25	9	50	0,25	12	4	0,17	8	79	9,88		
Iv	37	0,35	13	0	0,00	1	7	0,47	13	93	0,34	13	1	0,06	2	31	0,32	12	57	0,29	14	6	0,25	11	79	9,88		
Be	27	0,26	9	4	0,25	8	1	0,07	2	72	0,26	10	2	0,12	4	32	0,33	13	59	0,30	15	6	0,25	11	72	9,00		
Rr	31	0,30	10	0	0,00	1	6	0,40	11	75	0,28	10	1	0,06	2	23	0,24	8	39	0,20	8	3	0,13	6	56	7,00		
Pd	14	0,13	3	4	0,25	8	1	0,07	2	37	0,14	3	2	0,12	4	16	0,16	5	36	0,18	7	3	0,13	6	38	4,75		
Ar	18	0,17	5	0	0,00	1	6	0,40	11	40	0,15	4	1	0,06	2	14	0,14	4	28	0,14	5	3	0,13	6	38	4,75		
Ap	18	0,17	5	3	0,19	6	1	0,07	2	46	0,17	5	1	0,06	2	10	0,10	2	22	0,11	3	4	0,17	8	33	4,13		
Bt	11	0,10	2	3	0,19	6	1	0,07	2	32	0,12	3	4	0,24	7	10	0,10	2	25	0,13	4	3	0,13	6	32	4,00		
Zra	9	0,09	1	1	0,06	2	3	0,20	6	24	0,09	1	3	0,18	5	13	0,13	3	25	0,13	4	2	0,08	4	26	3,25		
Se	8	0,08	1	3	0,19	6	1	0,07	2	20	0,07	1	1	0,06	2	9	0,09	1	20	0,10	2	3	0,13	6	21	2,63		
Fr	13	0,12	3	0	0,00	1	1	0,07	2	30	0,11	2	0	0,00	1	9	0,09	1	21	0,11	2	3	0,13	6	18	2,25		
R	15	0,14	4	0	0,00	1	0	0,00	1	36	0,13	3	0	0,00	1	8	0,08	1	15	0,08	1	0	0,00	1	13	1,63		

5.5. VALORE SINTETICO DEL PAESAGGIO PERIFLUVIALE

Questa ultima elaborazione cartografica, consiste nell'attribuire un peso che varia da 1 a 5, ai valori relativi delli diversi indici utilizzati in modo da sommare il peso per ogni subarea. In questo modo si possono evidenziare le situazioni di forte negatività o positività nonché quelle subaree che assumono valori intermedi connotate quindi di una importante potenzialità per tendere verso valori migliori.

Da un punto di vista quantitativo possiamo affermare che complessivamente le subaree con valori medio alti sono il 22% di cui, assenti in bassa valle, costituiscono il 57% dell'alta valle dove invece non esistono valori bassi.

Le subaree con valori bassi sono il 25% del totale dell'intera area perfluviale, quasi esclusivamente distribuite in media valle (24%) e bassa valle (50%). Da notare inoltre come il 59% sia distribuito in riva destra denotando da un lato una maggiore vulnerabilità e dall'altro una urgente necessità di riqualificazione del sistema.

I valori medi delle subaree sono evidentemente le maggiormente diffuse (53%) con percentuali che variano dal 41% dell'alta valle al 68% della media valle con il 50% per il tratto della bassa valle.

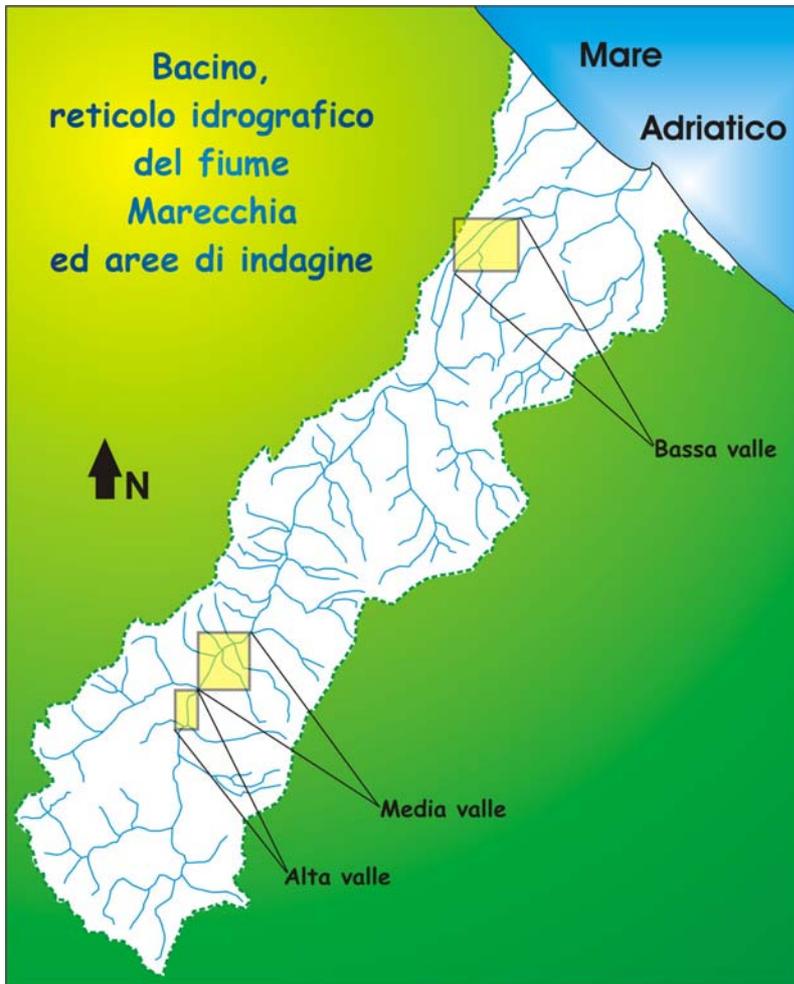
Già attraverso queste indicazioni possiamo caratterizzare l'area perfluviale come un sistema a media naturalità e complessità ma ad elevata potenzialità.

Le aree maggiormente critiche possono venire identificate come le seguenti:

1. Ponte Messa: l'area industriale distribuita in riva destra, evidentemente pesa notevolmente sulla funzionalità dell'ecosistema perfluviale e determina degli elementi di vulnerabilità del sistema ecologico.
2. Novafeltria: tutto l'ambito urbano che grava sul fiume impedisce, se non si attuano dei sistemi di mitigazione, una evoluzione delle dinamiche naturali e quindi delle funzioni fluviali ad esempio di tipo auto depurativo.
3. Ponte S.Maria Maddalena: le recenti opere di rettificazione e l'artificializzazione dell'alveo hanno determinato uno scenario di alta criticità di quest'area.
4. Confluenza T. Mazzocco e T. S.Marino: questi ambiti sono caratterizzati oltre che dalla presenza di frantoi che determinano un'altissima vulnerabilità del sistema anche da una qualità delle acque che non aiuta il ricomporsi di un ecosistema di fatto fortemente destrutturato.
5. Ponte Verucchio: anche in questo caso le opere di presa e la artificializzazione del sistema impediscono di assumere evidenti valori positivi.
6. Bassa valle: da un punto di vista ecosistemico, è più efficace considerare questa porzione nel suo insieme poiché il 50% delle negatività evidenziano problemi risaputi.
 - a. impianti di lavorazione di materiale litoide in alveo;
 - b. banalizzazione dell'ecosistema perfluviale con un'agricoltura d'impatto praticata in ambito demaniale e presumibilmente senza concessione;
 - c. aumento della frammentazione ecologica e del disturbo anche a causa della mancata riqualificazione ecologica della pista ciclabile Rimini-Verucchio;
 - d. artificializzazione dell'alveo e del sistema perfluviale soprattutto nel tratto terminale.

6. LE AREE CAMPIONE

Per meglio approfondire gli aspetti ecologici di quanto emergeva dall'analisi di tipo territoriale, si sono individuate tre aree campione, aventi caratteristiche litologiche,

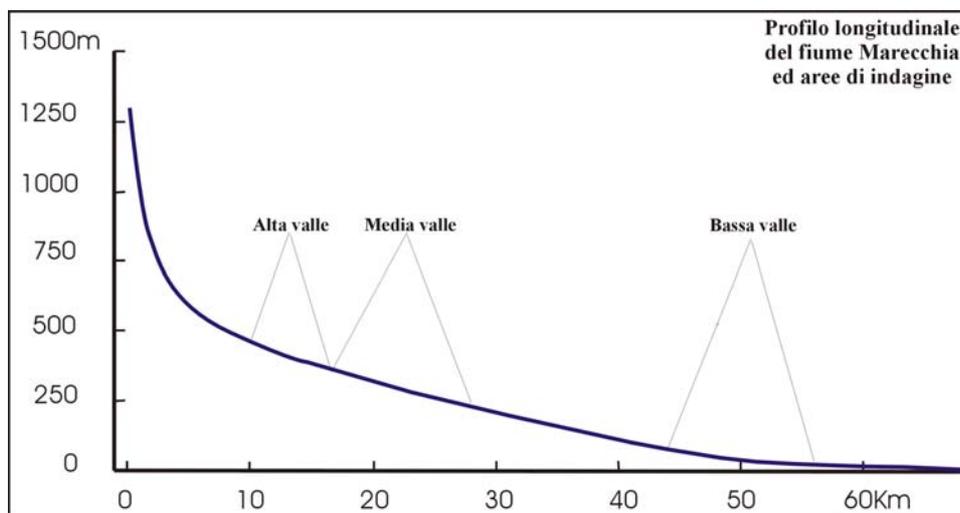


idrogeologiche ecologiche e microclimatiche diverse tra loro in modo da ricomprendere le principali caratteristiche e quelle più salienti del fiume in alta, media e bassa valle.

Le tre aree sono state quindi denominate Alta valle, Media valle e Bassa valle.

Localizzazione delle tre aree di indagine all'interno del bacino idrografico

Profilo longitudinale del fiume Marecchia e posizione altimetrica delle aree di indagine



6.1 Biodiversità del macrobenthos, struttura e composizione quantitativa

6.1.1. Premessa

Le comunità macrozoobentoniche sono estremamente importanti per tutti gli ecosistemi fluviali perché le singole unità sistematiche hanno cicli biologici relativamente lunghi e molto articolati. Per questi motivi i popolamenti di invertebrati bentonici instaurano con il sedimento, con le acque fluenti, con l'ambiente in generale e con le altre componenti biologiche interrelazioni molto evidenti e, in parte, definite. Si tratta di organismi che sono quindi, direttamente e indirettamente, influenzati dai fattori ambientali e rappresentano un punto cardine nei processi di degradazione - mineralizzazione della sostanza organica e, più in generale, nella rete trofica energetica.

I macroinvertebrati bentonici sono condizionati da disturbi che si verificano nei corsi idrici sia per cause naturali sia per motivi antropici (Resh et al., 1988).

Se l'alterazione ambientale è superiore alla "soglia di sensibilità biotica" delle singole unità sistematiche, le intere comunità macrozoobentoniche "rispondono" alle variazioni ambientali con modificazioni strutturali e/o funzionali (Cairns, 1977).

Le cause di eventuali cambiamenti strutturali e/o funzionali sono da ricercare sia nei fattori che in senso stretto condizionano o caratterizzano l'ambiente lotico, sia le alterazioni indotte nei bacini imbriferi, nei corridoi fluviali e negli ecotoni o aree riparie (Naiman et al., 1992).

Pertanto le comunità macrozoobentoniche forniscono informazioni sulla qualità delle acque ma più in particolare sulla qualità e sulla naturale evoluzione morfo – idrologica degli ambienti acquatici da cui dipende il mantenimento della loro biodiversità (Salmoiraghi, 1996) secondo una distribuzione spaziale, longitudinale, trasversale e temporale.

6.1.2 Metodi

Attività in campo

I rilievi morfo-fisiografici delle sezioni ed i campionamenti quantitativi della fauna macrobentonica sono stati eseguiti a Molino di Bascio (Stazione 1), Ponte Baffoni (Stazione 2) e San Martino dei Mulini (Stazione 3) il 27-09-01; il 12-03-02; il 20-05-02 e il 31-07-02.

Nel corso dei sopralluoghi è stato utilizzato uno specifico protocollo di rilevamento, idoneo per applicare l'indice bio-ecologico (Braioni e Salmoiraghi, 2001) che esprime la qualità complessiva dell'ambiente acquatico preso in esame.

Le misure morfometriche sono state acquisite mediante cordella metrica e asta graduata. La tipologia del substrato, la percentuale di pool e riffle e il grado di copertura sono state rilevate con stima visiva.

Si sono individuate le principali specie di vegetazione riparia, il loro grado di copertura sull'alveo, la presenza e l'abbondanza della vegetazione acquatica perifitica e delle macrofite.

Si sono individuate le condizioni particolari, occasionali, quali: presenza di periphyton, segni di anossia, legno e foglie con relativo stato di decomposizione, schiuma, odori, cambiamenti rispetto alla situazione precedente.

Lo schizzo dell'area esaminata, le fotografie dei singoli siti campionati rappresentano un ulteriore materiale che risulterà utile anche nei futuri confronti storici.

Per ogni singola sezione di alveo sono state effettuate cinque pseudorepliche di campionamento di fauna macrobentonica mediante campionatore quantitativo modello Surber con rete di 375 μm e superficie campionabile di 355 cm^2 .

Sono state misurate la temperatura istantanea, il pH e la conducibilità totale delle acque mediante l'utilizzo del pH-metro portatile (DELTA OHM mod. HD 8602) e il conduttimetro portatile (DELTA OHM mod. HD 9213).

La velocità di corrente è stata misurata come valore istantaneo in vicinanza del sedimento e come valore medio nel battente idrico soprastante i punti di campionamento, mediante correntometro elettromagnetico Montedoro-Whitney, mod. PVM-2A.

Attività in laboratorio

Lo smistamento degli invertebrati macrozoobentonici dai campioni quantitativi è stato sempre eseguito entro i primi due giorni successivi ai campionamenti.

Il sorting degli organismi è stato completo con il fissaggio in alcool 70% di tutti gli organismi raccolti.

Per tutti gli organismi campionati si è raggiunta la determinazione tassonomica richiesta per il calcolo dell'Indice Biotico I.B.E. (Ghetti 1997).

La classificazione degli organismi è stata compiuta avvalendosi delle Guide del CNR (1980-81-82-83) e del manuale specifico dei macroinvertebrati presenti nelle acque dolci italiane (Campaoli et al., 1994 e 1998).

E' stata misurata la lunghezza del corpo (in mm) di ciascun organismo, mediante un micrometro oculare, la quale in seguito è stata utilizzata per il calcolo della biomassa (espressa in mg Peso Secco), avvalendosi delle correlazioni lunghezza/peso proposte nei lavori di Meyer (1989), Smock (1980) e Johnston & Cunjak (1999).

Si è provveduto ad individuare il più probabile gruppo trofico-funzionale di appartenenza di ogni organismo seguendo le indicazioni fornite da Merritt e Cummins (1988) alle densità relative ai campioni quantitativi. Si sono utilizzati i seguenti cinque gruppi trofico-funzionali: Raccoglitori (R), Filtratori (F), Raschiatori (S), Trituratori (T) e Predatori (P).

Elaborazione dei dati

Dal conteggio di tutti i macroinvertebrati bentonici campionati si è espressa la densità totale e quella delle singole unità sistematiche rapportando la superficie del campionatore Surber al m^2 di alveo.

Con queste densità si è calcolata la misura della diversità, all'interno della comunità di macroinvertebrati, secondo la funzione H' di Shannon e Weaver (1963), scomposta nei corrispondenti indici di ricchezza (H_{max}) e di omogeneità (J) (Krebs, 1989) e si è calcolato l'indice di ricchezza in specie (D) di Margalef (1958). Tutti questi indici sono consigliati da Washington (1982) per analizzare le comunità di invertebrati acquatici.

Con i dati riguardanti la varietà e l'abbondanza dei gruppi trofico-funzionali si è eseguito il calcolo dei rapporti trofici seguendo le indicazioni proposte da Shackelford (1988) e dall'EPA (1986).

La comunità di invertebrati bentonici colonizzatrice è giudicabile sinteticamente con il seguente criterio già utilizzato per il F. Adige (Braioni et al., 2002; Braioni e Salmoiraghi, 2001).

La procedura adottata per leggere e trasferire i risultati in una unica e sintetica scala di valutazione quantitativa, con cinque ordini di grandezza (Braioni et al., 2001), si è assegnata una specifica classe di qualità ai risultati delle singole analisi quantitative condotte, secondo il seguente criterio:

Classe di qualità (C.Q.)	Varietà (n.taxa)	Densità (n/m ²)	% Densità EPT taxa	Biomassa (mg/m ²)	Gruppi Trofici-Funzionali Biomassa
I	>12	> 10.000	> 51	> 2.000	g.d. < 60% and 5 g.p.
II	10-11	5.000 - 9.999	41 – 50	1.000 - 1.999	g.d. 61 – 70% and 5 g.p.
III	8-9	1.000 - 4.999	21 – 40	500 - 999	g.d. 71 – 80% and 5 g.p.
IV	5-7	500 - 999	10 – 20	100 - 499	g.d. 80 – 89% and/or 4 g.p.
V	<5	< 499	< 10	< 100	g.d. > 90% and/or 3 g.p.

C.Q.	Diversità (H')	Omogeneità (H max)	J (H'/Hmax)	Ricchezza (D)
I	$4 \geq H' \leq 5$	$4 \geq H \max \leq 5$	$0.8 \geq J \leq 1$	$4 \geq D \leq 5$
II	$3 \geq H' < 4$	$3 \geq H \max < 4$		$3 \geq H' < 4$
III	$2 \geq H' < 3$	$2 \geq H \max < 3$	$0.6 \geq J < 0.8$	$2 \geq H' < 3$
IV	$1 \geq H' < 2$	$1 \geq H \max < 2$		$1 \geq H' < 2$
V	$H' < 1$	$H \max < 1$	$J < 0.6$	$H' < 1$

E la sintesi complessiva si è attuata secondo il seguente punteggio:

C.Q.	Punteggio per analisi	Punteggio totale	Giudizio sintetico di qualità
I	5	37 – 45	Eccellente
II	4	28 – 36	Buono
III	3	19 – 27	Medio
IV	2	10 – 18	Scarso
V	1	9	Pessimo

6.1.3. Risultati

Le densità dei macroinvertebrati bentonici, espresse come numero di organismi/m² rilevati nelle pseudorepliche compiute nelle tre stazioni, sono riportate nelle tabelle 1, 2 e 3. I risultati

caratteristici dei singoli campioni, quali densità totale, densità dei rappresentanti più sensibili (EPT taxa), densità dei gruppi trofico-funzionali, varietà e valori degli Indici di diversità e dominanza sono riportati, per facilitare il confronto, nelle tabelle di sintesi 4 e 5. Le variazioni temporali della densità sono riportate nei grafici delle figure 1 e 2. I valori relativi alle biomasse sono riportati nelle tabelle numerate da 6 a 10 e nelle figure 3 e 4.

Per singola data di campionamento i range di variazione massima della densità e della varietà delle comunità macrozoobentoniche rilevate nelle tre stazioni sono i seguenti:

Densità (org./m ²)	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Molino di Bascio	366	817	535	1380	310	1352	254	1352
Ponte Baffoni	225	1183	507	2732	1352	3070	28	338
San Martino dei Mulini	0	113	85	254	620	1268	56	169

Varietà	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Molino di Bascio	5	9	4	9	5	9	3	11
Ponte Baffoni	4	8	4	9	4	10	1	7
San Martino dei Mulini	0	4	2	4	5	10	1	3

Questi dati mettono in evidenza che alcuni postulati di naturalezza, di conservazione e di biodiversità enunciati e verificati nella teoria del *River continuum* non sono rispettati nel Fiume Marecchia. In particolare le comunità macrozoobentoniche appaiono generalmente povere di varietà per cui le densità, di contenuta variabilità intrastagionale, sono costituite da poche e comuni unità sistematiche ed inoltre è estremamente drastica la riduzione di varietà e quantità rilevata a San Martino dei Mulini. Quanto affermato risulta, forse, più evidente dalle sottostanti tabelle.

Nella stazione 1 poche Unità Sistematiche: *Baetis*, *Ecdyonurus* e *Ephemerella* tra gli Efemeroteri e *Leuctra* tra i Plecotteri partecipano in quantità consistente alle densità totali come è evidenziato dalle percentuali dei singoli taxa, nelle diverse stagioni e nelle singole pseudorepliche. La loro incidenza media è del 65%, dal 33 al 89% nelle venti repliche di campionamento.

Stazione 1	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
<i>Baetis</i>	31.0	0.0	0.0	27.3	0.0	36.7	54.3	52.6	82.4	44.8	19.0	28.6	45.8	50.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	4.2
<i>Ecdyonurus</i>	0.0	46.2	37.5	22.7	35.3	32.7	13.0	10.5	2.9	0.0	19.0	23.8	12.5	13.3	9.1	0.0	35.7	11.1	41.7	20.8
<i>Leuctra</i>	24.1	7.7	25.0	4.5	11.8	6.1	2.2	5.3	0.0	0.0	9.5	9.5	4.2	6.7	9.1	33.3	28.6	77.8	22.9	25.0
<i>Ephemerella</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	14.3	8.3	13.3	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>somma</i>	55.2	53.8	62.5	54.5	52.9	75.5	69.6	68.4	85.3	44.8	61.9	76.2	70.8	83.3	81.8	33.3	66.7	88.9	64.6	50.0

Nella stazione di Ponte Baffoni, una della pseudorepliche (1A del 31/7/02) è risultata completamente priva di organismi. Le unità sistematiche che dominano per densità sono i seguenti:

Stazione 2	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
<i>Baetis</i>	19.0	0.0	5.9	0.0	11.1	58.8	23.9	14.3	22.2	14.6	35.4	64.7	55.0	70.6	48.1	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0
<i>Ecdyonurus</i>	38.1	0.0	35.3	50.0	11.1	6.2	2.2	17.9	55.6	19.5	56.3	9.8	6.4	3.9	11.5	0.0	16.7	40.0	0.0	0.0
<i>Caenis</i>	7.1	18.8	0.0	12.5	0.0	2.1	19.6	7.1	5.6	14.6	4.2	0.0	5.5	7.8	5.8	0.0	25.0	0.0	50.0	66.7
Chironomidae	2.4	12.5	5.9	0.0	0.0	9.3	26.1	39.3	16.7	24.4	0.0	2.0	0.9	0.0	1.9	0.0	0.0	30.0	16.7	0.0
Leuctra	14.3	12.5	0.0	12.5	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	30.0	0.0	0.0
<i>somma</i>	81.0	43.8	47.1	75.0	33.3	76.3	71.7	78.6	100	73.2	95.8	76.5	67.9	82.4	67.3	0.0	50.0	100	83.3	66.7

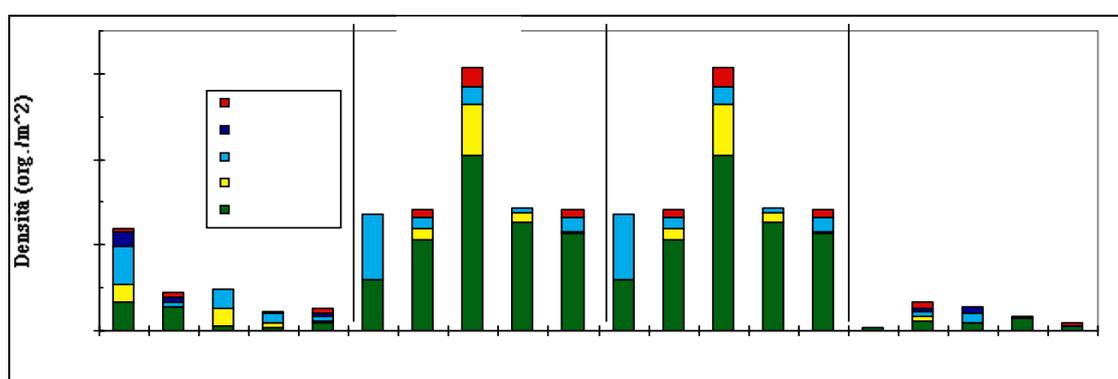
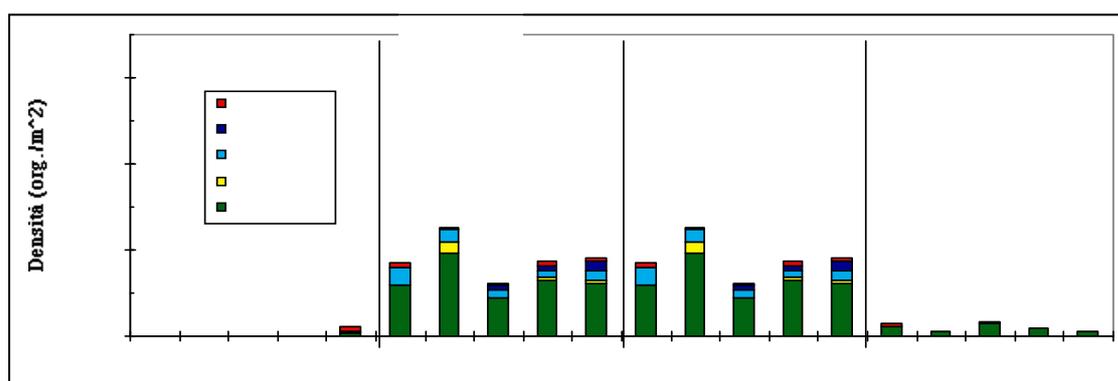
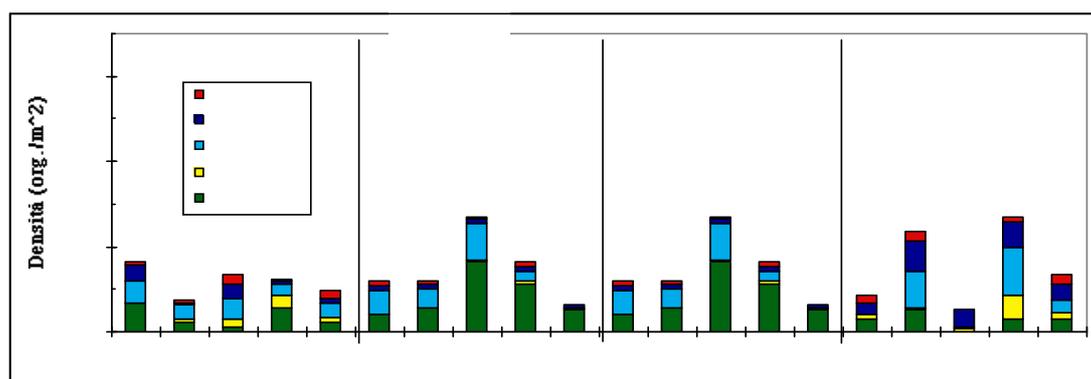
Il tratto di San Martino dei Mulini (Stazione 3) è risultato particolarmente povero in unità sistematiche, infatti alcune pseudorepliche erano senza rappresentati della fauna macrobentonica ed in altri casi la “comunità” era rappresentata da una sola unità sistematica.

Stazione 3	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
Chironomidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	33.3	25.0	80.0	57.1	13.3	15.6	4.5	6.5	9.4	60.0	0.0	83.3	66.7	100
<i>Caenis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	33.3	44.4	75.0	20.0	28.6	23.3	0.0	9.1	16.1	6.3	20.0	100	0.0	33.3	0.0
<i>Baetis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	33.3	57.8	54.5	48.4	46.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>somma</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	100	77.8	100	100	100	70.0	73.3	68.2	71.0	62.5	80.0	100	83.3	100	100

Il confronto fra i valori medi di densità e la relativa incidenza dei gruppi sistematici ritenuti più sensibili EPT taxa (Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri) illustra molto sinteticamente la grande dissimilarità fra le tre stazioni prese in esame e la particolare situazione della stazione 3 nella quale solo occasionalmente (20/5/02) si è campionata una discreta abbondanza di invertebrati bentonici, per la maggior parte (77%) appartenenti ai gruppi EPT taxa.

Densità (org./m ²)	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	Dens.	EPT %	Dens.	EPT %	Dens.	EPT %	Dens.	EPT %
Molino di Bascio	591.5	87	997.2	86	738.0	92	777.5	80
Ponte Baffoni	518.3	89	1295.8	77	1752.1	93	180.3	66
San Martino dei Mulini	22.5	15	180.3	47	901.4	77	101.4	22

Anche le densità dei gruppi trofici funzionali mostrano, lungo il profilo longitudinale del Fiume Marecchia, variazioni quantitative che dimostrano sia il limitato, nel tempo e nello spazio, successo degli invertebrati che triturano il CPOM (foglie) sia la netta dominanza degli organismi raccoglitori e filtratori, cioè dei gruppi trofico-funzionali che si cibano di FPOM.



I valori degli Indici di diversità non possono fornire informazioni diverse da quelle già evidenziate ed i valori medi derivanti dalle pseudorepliche relativi all'Indice di Diversità di Shannon (H') e all'Indice di Omogeneità (J) sono i seguenti

INDICI DI DIVERSITA'	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	H'	J	H'	J	H'	J	H'	J
Molino di Bascio	2.40	0.84	1.94	0.69	2.30	0.81	2.23	0.79
Ponte Baffoni	2.37	0.89	2.18	0.82	1.89	0.64	1.39	0.94
San Martino dei Mulini	0.40	0.20	1.12	0.84	2.23	0.78	0.59	0.82

Con il calcolo della biomassa delle comunità macrozoobentoniche, che vivono nel Fiume Marecchia, si è indagata la disponibilità trofica che questo comparto mette a disposizione della fauna ittica e dei vertebrati ripari. In questo caso oltre alla densità è la dimensione

corporea dei singoli invertebrati che giocano un ruolo determinante nel computo delle biomasse complessive.

I range di variabilità riscontrati nei tre tratti, nei diversi momenti stagionali, sono i seguenti:

Biomassa P.S./m ²)	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Molino di Bascio	202	1317	290	1178	80	516	68	804
Ponte Baffoni	193	662	686	3568	1558	3406	2	202
San Martino dei Mulini	0	6	8	51	280	380	2	61

Risulta molto evidente che i predatori della fauna macrobentonica, in particolare quelli che colonizzano il tratto più vallivo di San Martino dei Mulini, molto difficilmente soffriranno di “indigestione” o “obesità” e devono adattarsi a una dieta estremamente monotona.

Oltre alle unità sistematiche precedentemente individuate come organismi dominanti per le abbondanze, è opportuno indicare gli organismi quelli che assumono importanza nella determinazione delle biomasse totali.

L’incidenza in percentuale delle singole unità sistematiche è, nella stazione di Molino di Bascio, la seguente

Stazione 1	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
<i>Leuctra</i>	18.4	0.0	5.4	0.0	0.5	3.4	0.2	2.1	0.0	0.0	1.3	1.8	1.0	0.8	1.6	6.9	14.0	62.2	5.2	19.2
<i>Baetis</i>	2.3	0.0	0.0	40.0	0.0	26.0	45.4	36.6	64.6	12.8	2.9	10.1	23.9	26.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	2.0
<i>Ecdyonurus</i>	0.0	88.0	93.0	34.8	97.1	44.4	19.0	18.3	8.8	0.0	12.2	22.9	5.7	15.6	11.7	0.0	9.1	30.9	20.1	11.6
<i>Ephemerella</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	6.1	11.1	33.0	84.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Heptagenia</i>	77.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	25.5	47.7	53.3	52.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hydropsychidae	0.0	0.1	0.2	24.3	0.9	2.4	0.9	6.0	26.0	47.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9	0.0	0.0	47.1	40.6
Tabanidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	3.9	1.7	5.2	0.0	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>somma</i>	98.2	88.1	98.6	99.1	98.6	86.8	65.5	63.0	99.4	90.5	95.5	98.1	95.5	80.6	98.2	87.0	25.1	93.1	72.4	73.3

La biomassa macrobentonica della stazione 2 è formata, rispetto al tratto più montano (Staz. 1) da un maggior numero di unità sistematiche e quindi risulta più articolata e ricca di varietà, aspetti che garantiscono una maggiore stabilità e opportunità di nutrimento per la rete trofica che si alimenta di macroinvertebrati.

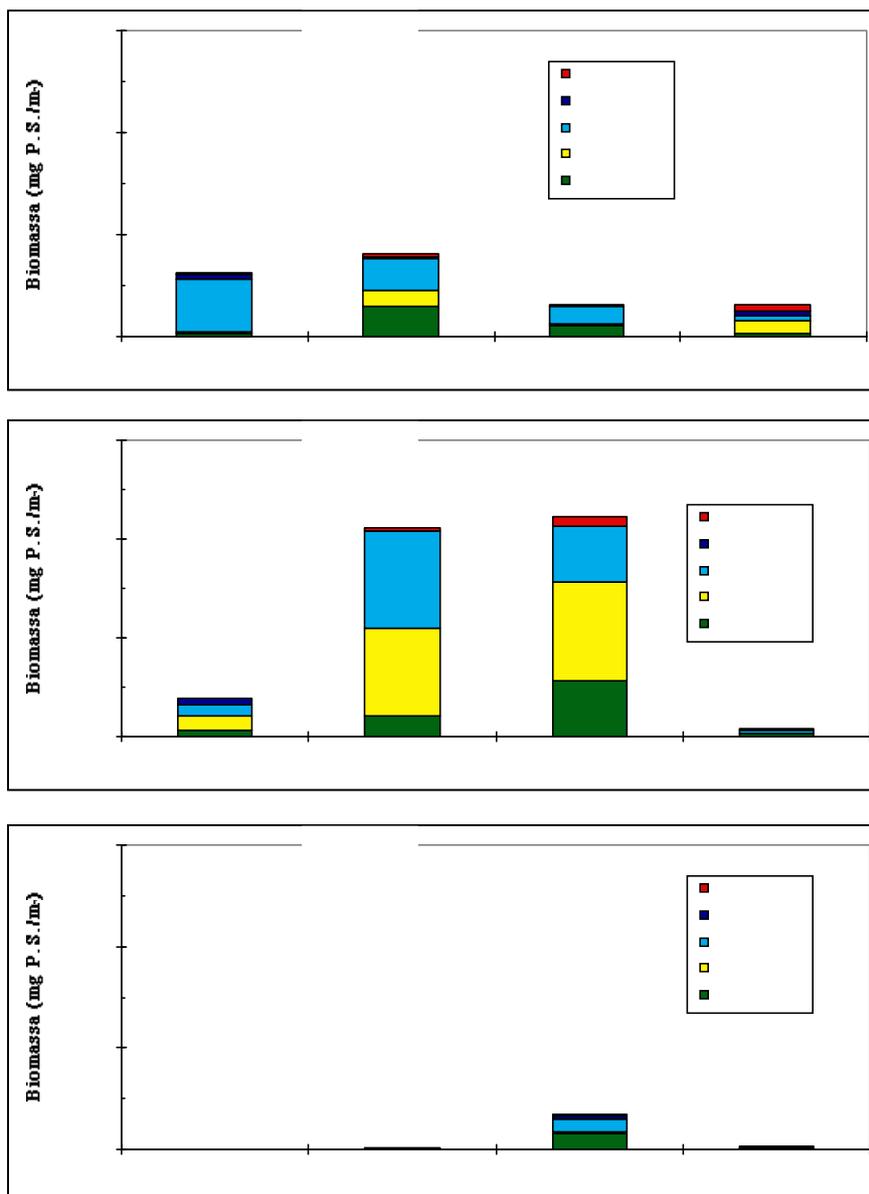
Stazione 2	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
<i>Leuctra</i>	21.8	20.3	0.0	35.5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	19.1	0.0	0.0
<i>Baetis</i>	10.5	0.0	2.4	0.0	3.9	9.0	6.5	11.6	1.3	1.3	2.7	10.0	21.8	6.0	6.1	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0
<i>Caenis</i>	1.3	3.2	0.0	0.7	0.0	0.3	4.6	2.1	0.2	0.6	0.8	0.0	2.9	0.8	3.0	0.0	37.1	0.0	48.0	63.1
<i>Choroterpes</i>	0.0	37.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ecdyonurus</i>	30.6	0.0	16.5	7.5	64.9	10.5	0.6	19.3	98.3	42.2	89.4	7.6	18.8	4.6	28.9	0.0	16.8	64.7	0.0	0.0
<i>Ephemerella</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	10.1	3.4	3.1	55.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hydropsychidae	32.9	0.0	78.7	56.4	0.5	49.9	38.6	34.9	0.0	53.8	0.0	61.9	20.6	85.1	0.0	0.0	36.5	0.0	0.0	0.0
Elmintidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	1.1	0.0	0.0	0.0	

Chironomidae	0.4	3.6	0.6	0.0	0.0	2.6	9.9	15.6	0.2	1.2	0.0	0.2	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0	16.2	10.8	0.0
Tanypodinae	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9
Limoniidae	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Simuliidae	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	0.0
Tabanidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	0.0	2.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
<i>somma</i>	100	84.0	98.2	100	73.2	72.3	60.8	96.2	100	99.0	100	89.7	93.7	100	96.4	100	99.8	100	100	100

Infine la biomassa complessiva del tratto di San Martino dei Mulini è così composta:

Stazione 3	27-09-01					12-03-02					20-05-02					31-07-02				
	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E	1A	1B	1C	1D	1E
<i>Chloroperla</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Nemoura</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Baetis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.0	32.5	43.8	16.1	28.1	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Caenis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	2.4	31.7	48.3	5.4	22.2	17.5	0.0	2.7	6.1	2.1	6.0	100	0.0	79.0	0.0
<i>Ecdyonurus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.8	27.4	47.6	38.8	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Dryopidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	28.3	14.5	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ceratopogonidae	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.5	0.0
Chironomidae	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.6	34.3	51.7	94.6	35.8	3.9	3.4	0.8	2.0	6.4	23.4	0.0	62.5	21.0	100
<i>somma</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	100	100	75.8	100	100	100	100	77.4	96.5	89.4	62.9	29.4	100	100	100	100

I grafici che descrivono le variazioni temporali delle biomasse sono i seguenti:



6.1.4 Sintesi

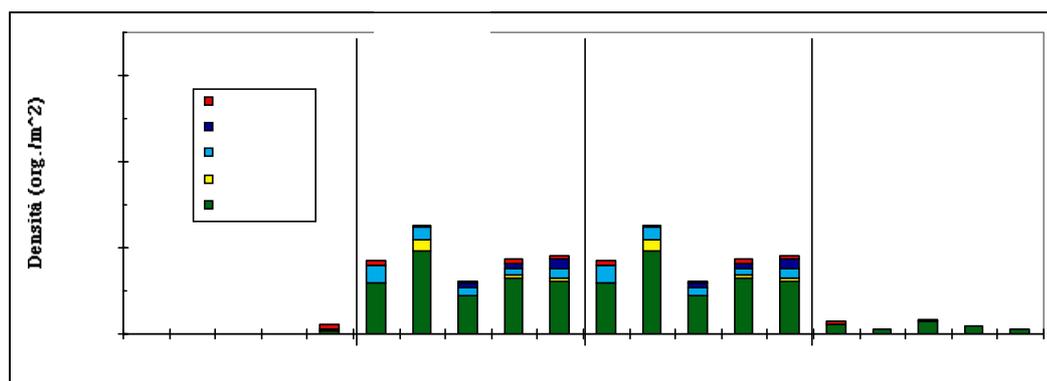
I risultati mettono in evidenza che la biodiversità della fauna macrobentonica è, nel F. Marecchia, molto condizionata e limitata. Inoltre anche alcuni postulati di naturalezza e di conservazione della biodiversità, enunciati e verificati nella teoria del *River continuum*, non sono assolutamente rispettati. Infatti, le comunità macrozoobentoniche sono risultate molto povere di varietà e le densità totali, di contenuta variabilità intrastagionale, sono costituite da poche e comuni unità sistematiche. Infine è risultata estremamente drastica la riduzione di varietà e quantità rilevata a San Martino dei Mulini.

Il confronto fra i valori medi di densità e la relativa incidenza dei gruppi sistematici ritenuti più sensibili EPT taxa (Plecopterici, Ephemeropterici, Tricotteri) illustra molto sinteticamente la grande dissimilarità fra i tre tratti presi in esame e la particolare situazione della stazione 3 nella quale solo occasionalmente (20/5/02) si è campionata una discreta

abbondanza di invertebrati bentonici, per la maggior parte (77%) appartenenti ai gruppi EPT taxa.

Densità (org./m ²)	27-09-01		12-03-02		20-05-02		31-07-02	
	Dens.	EPT%	Dens.	EPT%	Dens.	EPT%	Dens.	EPT%
Molino di Bascio	591.5	87	997.2	86	738.0	92	777.5	80
Ponte Baffoni	518.3	89	1295.8	77	1752.1	93	180.3	66
San Martino dei Mulini	22.5	15	180.3	47	901.4	77	101.4	22

Anche la seguente immagine dalla quale risulta la carenza o completa assenza di invertebrati bentonici della stazione 3 è particolarmente esplicativa della biodiversità riscontrata:



Con questa informazione si capisce che i predatori della fauna macrobentonica, in particolare quelli che colonizzano il tratto più vallivo di San Martino dei Mulini, molto difficilmente soffriranno di “indigestione” o “obesità” e devono adattarsi a una dieta estremamente monotona.

Per quanto riguarda le biomasse delle comunità di invertebrati bentonici si è messo in evidenza che quella della stazione 2 è formata, rispetto al tratto più montano (Staz. 1), da un maggior numero di unità sistematiche e quindi risulta più articolata e ricca di varietà, aspetti che garantiscono una maggiore stabilità e opportunità di nutrimento per la rete trofica che si alimenta di macroinvertebrati.

Applicando il modello di valutazione complessiva, indicato dei metodi, si ottiene per le tre stazioni, una identica condizione generale giudicabile “media”

Stazione	Punteggio totale	C.Q.	Giudizio di qualità
I	27	III	Medio
II	27	III	Medio
III	21	III	Medio

6.2. Analisi della comunità a Passeriformi di ambienti ripari come indicatori delle trasformazioni ambientali.

La comunità ornitica è stata scelta perchè gli Uccelli rappresentano una componente non secondaria negli ecosistemi terrestri giocando un ruolo determinante nel trasferimento dell'energia attraverso le catene alimentari. Essi sono tra gli organismi che meglio si prestano ad essere utilizzati come indicatori del grado di complessità o di degrado degli ecosistemi terrestri, essendo diffusi sul suolo, nella vegetazione e negli strati inferiori dell'atmosfera mostrando una notevole sensibilità alle variazioni degli ambienti in cui vivono. La distribuzione infatti è casuale all'interno dell'habitat idoneo ed è determinata, almeno nella stagione riproduttiva, dalla occupazione di territori stabili e definiti. Inoltre, è stato evidenziato come in vari ecosistemi esistano strette correlazioni fra la struttura della vegetazione e le caratteristiche della comunità che rappresentano un utile strumento per ottenere valide informazioni sulle caratteristiche degli ecosistemi in cui essi vivono. La metodologia di rilevamento, ormai largamente usata nella valutazione delle risorse faunistiche dei sistemi ambientali, si basa sui principi del metodo delle stazioni di ascolto dove vengono utilizzati rilevamenti frequenziali di presenza applicabili in particolare ai piccoli Passeriformi (Modello a Passeriformi). Questo tipo di analisi può aiutare nella comprensione degli effetti causati dall'eterogeneità e dalla variabilità dell'ambiente che sono certamente le componenti maggiori ed evolutivamente preponderanti nel determinismo della distribuzione degli organismi, delle loro interazioni e dei loro adattamenti.

Le analisi delle comunità di Uccelli quindi, permettono di valutare i cambiamenti che avvengono nei popolamenti e, in relazione anche ad una elaborazione di tipo spaziale, è possibile mettere in evidenza l'azione di fattori suscettibili di modificare il funzionamento dell'ecosistema, con evidenti implicazioni di natura gestionale. Ciò offre la possibilità di rappresentare parte della struttura dell'ecosistema nelle linee essenziali ed evidenziare il quadro reale delle dinamiche di interrelazione nonché gli elementi e/o le funzioni maggiormente esposte all'influenza dei fattori destabilizzanti al fine di analizzare al meglio la risposta della fauna a fenomeni quali la frammentazione, il grado di connettività, la fisionomia strutturale degli habitat ecc. nonché valutare il valore dell'ambiente naturale.

Dal momento che gli Uccelli sono fortemente legati alla vegetazione, questo permette di individuare linee di indirizzo di gestione del sistema ambientale indagato, utili al mantenimento di un equilibrato rapporto tra biodiversità e naturalità del tratto fluviale considerato.

6.2.1. Metodi: attribuzione del contenuto faunistico e delimitazione delle zoocenosi.

I dati, cioè le presenze di ciascuna specie per ogni stazione, sono stati trattati come indici di abbondanza (I.P.A.) e/o come frequenze (E.F.P.) (Blondel 1975). L'elaborazione di tali informazioni consente di calcolare, sulla base delle frequenze, numerosi parametri ed indici

che solitamente si utilizzano negli studi sulla composizione e sulla struttura delle comunità ornitiche:

s: ricchezza media per stazione, cioè il numero di specie presenti in ogni unità di rilevamento.

S: ricchezza del popolamento, cioè il numero complessivo di specie presenti nell'ecosistema considerato.

pi: dominanza calcolata sulle frequenze. **pi** è la proporzione della specie *i*-esima e per un valore maggiore del 5% è considerata dominante.

Nd: numero di specie dominanti.

FA: frequenza assoluta, cioè numero di volte in cui una specie compare negli *N* campionamenti.

FC: frequenza centesimale ($FC = FA/N$), intesa come rapporto fra il numero di volte in cui la specie è stata trovata ed il numero totale dei rilievi.

H': Diversità secondo Shannon Weaver (1963), dove $H' = \sum pi \log pi$ in cui **pi** è la proporzione degli individui della *i*-esima specie. La presente indice misura la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente dalla specie estratta in un precedente ipotetico prelievo.

J': equiripartizione o "equitability". Si tratta di un parametro che misura l'equiripartizione delle abbondanze delle specie. Assieme ad **S** è l'altra componente della diversità (**H'**) di un popolamento. Verrà utilizzata l'espressione $J' = H'/H'max$ in cui $H'max = \ln S$. L'indice varia da 0 (1 sola specie presente) a 1 (tutte le specie presenti in eguale abbondanza).

s/S: il rapporto tra ricchezza media stazionale e ricchezza totale indica il grado di eterogeneità ambientale (più il rapporto si avvicina al valore 1 maggiore sarà l'omogeneità).

% Passeriformi: questi parametri sembrano essere proporzionalmente correlati a stadi di maturità o di maggiore naturalità delle biocenosi.

La classificazione dei rilievi e l'elaborazione dei dati è stata finalizzata all'analisi della similarità in contenuto faunistico tra le stazioni di rilevamento che si accorpano in senso zoosociologico, individuando tipologie di comunità animali che compongono l'unità macroambientale.

Dalle matrici specie x stazioni è stato possibile ricavare una sottomatrice affidandosi ad una metodologia di raggruppamento dei rilevamenti definita sulla base dei risultati ottenuti da una cluster analysis applicata alla matrice di somiglianza calcolata sulla matrice I.P.A. specie x stazioni ed ottenuta mediante il legame completo. Il dendrogramma di similarità è stato costruito mediante la distanza denominata "City-blok" trattandosi di valori discreti. In questo modo sono state separate sia i gruppi di stazioni che presentavano una omogeneità di comunità e quindi di caratteristiche fisionomico strutturali di vegetazione, sia i gruppi di specie che caratterizzavano zoocenosi diverse proprie di determinate tipologie vegetazionali (Taffetani e Santolini 1997).

Le analisi delle comunità di Uccelli quindi, permettono di valutare i cambiamenti che avvengono nei popolamenti e, in relazione anche ad una elaborazione di tipo spaziale, è possibile mettere in evidenza l'azione di fattori suscettibili di modificare il funzionamento

dell'ecosistema, con evidenti implicazioni di natura gestionale. Ciò offre la possibilità di rappresentare parte della struttura dell'ecosistema nelle linee essenziali ed evidenziare il quadro reale delle dinamiche di interrelazione nonchè gli elementi e/o le funzioni maggiormente esposte all'influenza dei fattori destabilizzanti al fine di analizzare al meglio la risposta della fauna a fenomeni quali la frammentazione, il grado di connettività, la fisionomia strutturale degli habitat ecc. nonchè valutare il valore dell'ambiente naturale.

Dal momento che gli Uccelli sono fortemente legati alla vegetazione, questo permette di individuare linee di indirizzo di gestione del sistema ambientale indagato, utili al mantenimento di un equilibrato rapporto tra biodiversità e naturalità del tratto fluviale considerato.

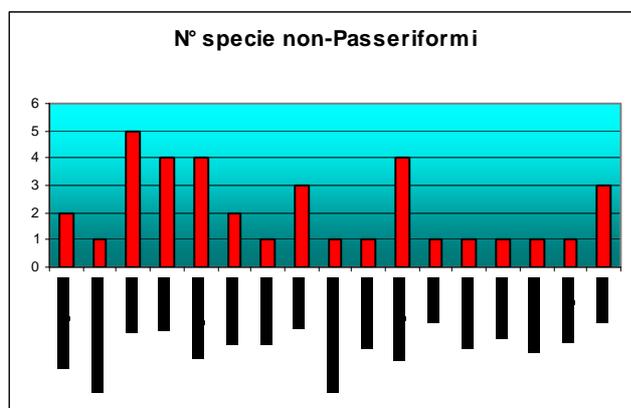
Di conseguenza, la scelta del Modello a Passeriformi assume un triplo significato:

- ottenere la possibilità di valutare e confrontare le condizioni attuali del sistema ambientale e la reale qualità delle zone source rispetto alle sink mediante indici di abbondanza;
- la correlazione con gli aspetti legati all'utilizzo di un indice sintetico della qualità e della funzionalità dei corsi d'acqua evidenzia le aree del sistema idrografico ad elevato valore ecologico;
- attraverso l'analisi della comunità ornitica con metodi ormai ampiamente standardizzati, si determina un confronto, una integrazione ed una validazione del modello che utilizza gli indici sintetici di valutazione al fine di consolidare la scelte di pinanificazione e/o di progettazione alle diverse scale di riferimento.

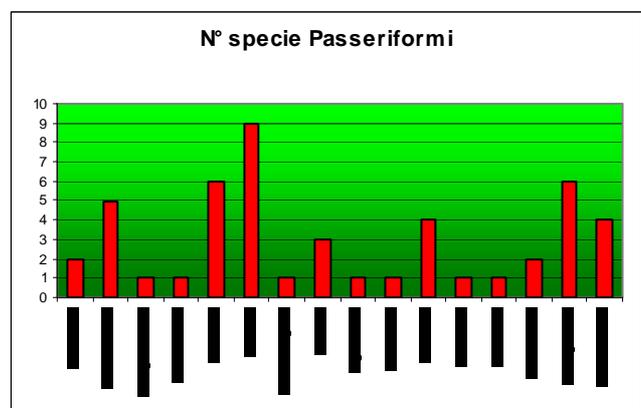
6.3. La comunità ornitica

Durante il periodo di campionamento, nelle tre aree di indagine, sono state censite 84 specie di Uccelli appartenenti a 33 famiglie raggruppate in 14 ordini diversi, così come rappresentato in tabella 3.1.

I due grafici seguenti riportano il numero delle specie in ogni famiglia: il primo comprende tutte quelle famiglie appartenenti agli ordini “non-Passeriformi” ed il secondo quelle all’ordine dei Passeriformi.



n° di specie nelle famiglie di “non-Passeriformi”



n° di specie nelle famiglie di Passeriformi

La tabella seguente illustra la Check list delle specie censite: B=Nidificante; S=Sedentaria; M=Migratrice; W=Svernante; A=Accidentale; reg=Regolare; irr=irregolare; par=parziale

Ordine	Famiglia	Specie	Alta valle	Media valle	Bassa valle	Fenologia	
Podicipediformi	Podicipedidi	Tuffetto			x	M reg, B	
		Svasso maggiore			x	M reg, W, B	
Pelicaniformi	Falacrocoracidi	Cormorano			x	M reg, W, SB	
		Tarabusino			x	M reg, B	
Ciconiformi	Ardeidi	Nitticora	x	x	x	M reg, B	
		Garzetta	x	x	x	M reg, W par, B	
		Airone rosso			x	M reg, W par	
		Airone cenerino	x	x	x	M reg, W, B	
Anseriformi	Anatidi	Mestolone			x	M reg, W	
		Germano reale			x	M reg, W, SB	
		Marzaiola			x	M reg, B	
		Moriglione			x	M reg, W	
Accipitriformi	Accipitridi	Poiana	x	x	x	M reg, W, SB	
		Pecchiaiolo		x	x	M reg, B	
		Falco di palude			x	M reg, W par, B	
		Albanella minore			x	M reg, B	
Falconiformi	Falconidi	Gheppio		x	x	M reg, W, SB	
		Lodolaio	x	x		M reg, B	
Galliformi	Fasianidi	Fagiano			x	SB	
Gruiformi	Rallidi	Voitolino			x	M reg, W par	
		Gallinella d'acqua			x	M reg, W, SB	
		Folaga			x	M reg, W, B	
Caradriformi	Recurvirostridi	Cavaliere d'Italia			x	M reg, W par, SB	
		Corriere piccolo	x	x	x	M reg, W irr, B	
	Scolopacidi	Beccaccino			x	M reg	
		Pittima reale			x	M reg	
		Pettegola			x	M reg	
		Piro piro culbianco			x	M reg	
Laridi				x	M reg, W, SB		
Columbiformi	Columbidi	Tortora	x	x	x	M reg, B	
Cuculiformi	Cuculidi	Cuculo	x	x	x	M reg, B	
Coraciformi	Meropidi	Martin pescatore	x			M reg, W, SB	
		Gruccione			x	M reg, B	
Piciformi	Picidi	Picchio verde	x	x		M irr, SB	
		Picchio rosso maggiore	x	x		M par, W, SB	
		Torricollo	x	x	x	M reg, B	
		Tottavilla	x	x	x	M reg, SB	
Passeriformi	Alaudidi	Allodola			x	M reg, W, SB	
		Prispolone			x	M reg, B	
		Spioncello			x	M reg, W, B	
		Cutrettola			x	M reg, B	
	Motacillidi	Ballerina gialla	x	x		M reg, W, SB	
		Ballerina bianca	x	x	x	M reg, W, SB	
		Scricciolo	x	x	x	M reg, W, SB	
		Prunellidi	Passera scopaiola		x		M reg, W, B
	Turdidi	Usignolo	x	x	x	M reg, B	
		Pettiroso	x	x	x	M reg, W, SB	
		Codiroso	x	x	x	M reg, B	
		Codiroso spazzacamino	x	x		M reg, W par, B	
		Saltimpalo		x	x	M reg, W, SB	
		Merlo	x	x	x	M reg, W, SB	
		Beccamoschino			x	W?, SB	
		Usignolo di fiume			x	W, SB	
	Silvidi	Cannaiaola			x	M reg, B	
		Occhiocotto	x	x	x	W par, SB	
		Bigia grossa			x	M reg, B	
		Capinera	x	x	x	M reg, W, SB	
		Sterpazzola		x	x	M reg, B	
		Lui piccolo	x	x	x	M reg, B	
		Regolo		x	x	M reg, W, SB	
		Muscicapidi	Pigliamosche		x		M reg, B
		Paridi	Cincia bigia	x	x		M par, W, SB
			Cinciarella	x	x	x	M par, W, SB
	Cinciallegra		x	x	x	M par, W, SB	
	Egitalini	Codibugnolo	x	x	x	M par, W, SB	
	Remizidi	Pendolino			x	M reg, SB	
	Corvidi	Gazza			x	M irr, SB	
		Ghiandaia	x	x		M par, W, SB	
		Taccola	x	x		M irr, SB	
		Cornacchia	x	x	x	M irr, W par, SB	
	Sturnidi	Storno	x	x	x	M reg, W, SB	
	Oriolidi	Rigogolo	x	x		M reg, B	
	Passeridi	Passera mattugia			x	M reg, W, SB	
		Passero domestico	x	x	x	M par, SB	
	Fringillidi	Fringuello	x	x	x	M reg, W, SB	
		Ciuffolotto		x		M reg, W, SB	
		Verzellino	x	x	x	M reg, W, SB	
		Lucherino	x	x	x	M reg, W	
		Verdone	x	x	x	M reg, SB	
		Cardellino	x	x	x	M reg, W, SB	
		Emberizidi	Zigolo giallo	x	x	x	M par, W par, B
	Zigolo nero		x	x	x	M reg, W par, SB	
	Zigolo muciatto		x			M reg, W, SB	
	Migliarino di palude				x	M reg, W, SB	

Le tre aree prese in esame sono rappresentative dei principali ecosistemi presenti, dei tratti di alta, media e bassa valle del fiume Marecchia, quindi i dati sulla fauna ornitica raccolti possono essere considerati caratterizzanti l'ecosistema ripariale dell'intera asta fluviale, che definisce la "buffer zone", tipica degli ecosistemi fluviali, funzionale a trattenere e riciclare i nutrienti provenienti anche dai versanti.

La tabella ed i grafici successivi riuniscono i dati raccolti complessivamente, cioè per le tre aree considerate insieme, fornendo una panoramica sulle specie presenti.

Specie	N° Individui	Media N° ind	Dev. St. N° ind.	FA	FC	Media IPA	Dev St. IPA
Tuffetto	5	0,025	0,293	2	0,010	0,013	0,147
Svasso maggiore	2	0,010	0,142	1	0,005	0,005	0,071
Cormorano	4	0,020	0,201	2	0,010	0,010	0,101
Tarabusino	2	0,010	0,101	2	0,010	0,005	0,050
Nitticora	9	0,046	0,253	7	0,036	0,023	0,127
Garzetta	37	0,188	0,606	23	0,117	0,096	0,309
Airone rosso	1	0,005	0,071	1	0,005	0,003	0,036
Airone cinerino	22	0,112	0,449	15	0,076	0,051	0,196
Mestolone	1	0,005	0,071	1	0,005	0,025	0,356
Germano reale	71	0,360	1,477	20	0,102	0,147	0,563
Marzaiola	46	0,234	1,892	7	0,036	0,114	0,943
Moriglione	1	0,005	0,071	1	0,005	0,003	0,036
Poiana	28	0,142	0,440	22	0,112	0,071	0,220
Pecchiaiolo	2	0,010	0,101	2	0,010	0,005	0,050
Falco di palude	16	0,081	0,355	11	0,056	0,028	0,115
Albanella minore	6	0,030	0,172	6	0,030	0,015	0,086
Gheppio	8	0,041	0,317	5	0,025	0,018	0,128
Lodolaio	4	0,020	0,225	2	0,010	0,010	0,112
Fagiano	31	0,157	0,485	23	0,117	0,112	0,335
Voltolino	3	0,015	0,159	2	0,010	0,008	0,079
Gallinella d'acqua	7	0,036	0,234	5	0,025	0,018	0,117
Folaga	299	1,518	5,985	22	0,112	0,581	2,153
Cavaliere d'Italia	28	0,142	0,845	8	0,041	0,063	0,350
Corriere piccolo	45	0,228	0,752	22	0,112	0,114	0,376
Beccaccino	45	0,228	1,506	7	0,036	0,114	0,753
Pittima reale	1	0,005	0,071	1	0,005	0,003	0,036
Pettegola	4	0,020	0,225	2	0,010	0,010	0,112
Piro piro culbianco	11	0,056	0,394	5	0,025	0,028	0,197
Gabbiano comune	102	0,518	2,815	12	0,061	0,256	1,395
Tortora	75	0,381	0,633	60	0,305	0,307	0,518
Cuculo	47	0,239	0,561	36	0,183	0,193	0,441
Martin pescatore	1	0,005	0,071	1	0,005	0,003	0,036
Gruccione	21	0,107	1,032	5	0,025	0,056	0,519
Picchio verde	41	0,208	0,507	33	0,168	0,152	0,360
Picchio rosso maggiore	15	0,076	0,266	15	0,076	0,056	0,207
Torcicollo	29	0,147	0,421	24	0,122	0,132	0,368
Tottavilla	40	0,203	0,685	22	0,112	0,157	0,485
Allodola	50	0,254	0,712	32	0,162	0,211	0,537
Prispolone	17	0,086	0,460	8	0,041	0,048	0,250
Spioncello	6	0,030	0,246	4	0,020	0,015	0,123
Cutrettola	8	0,041	0,264	5	0,025	0,020	0,132
Ballerina gialla	17	0,086	0,449	11	0,056	0,048	0,260
Ballerina bianca	164	0,832	1,508	79	0,401	0,424	0,648
Scricciolo	127	0,645	0,878	85	0,431	0,480	0,599
Passera scopaiola	1	0,005	0,071	1	0,005	0,003	0,036
Usignolo	168	0,853	0,817	123	0,624	0,853	0,817
Pettiroso	189	0,959	1,063	112	0,569	0,728	0,806
Codirosso	16	0,081	0,325	13	0,066	0,074	0,287
Codirosso spazzacamino	10	0,051	0,262	8	0,041	0,041	0,204
Saltimpalo	65	0,330	0,661	47	0,239	0,256	0,483
Merlo	317	1,609	1,214	160	0,812	0,957	0,589
Beccamoschino	91	0,462	0,866	53	0,269	0,350	0,626
Usignolo di fiume	193	0,980	1,446	73	0,371	0,650	0,934
Cannaiola	15	0,076	0,318	12	0,061	0,076	0,318
Occhiocotto	166	0,843	1,069	101	0,513	0,690	0,835
Bigia grossa	7	0,036	0,211	6	0,030	0,036	0,211

Specie	N° Individui	Media N° ind	Dev. St. N° ind.	FA	FC	Media IPA	Dev St. IPA
Capinera	472	2,396	1,487	177	0,898	1,543	0,833
Sterpazzola	31	0,157	0,405	28	0,142	0,157	0,405
Lui piccolo	207	1,051	1,115	120	0,609	0,883	0,889
Regolo	6	0,030	0,363	2	0,010	0,015	0,181
Pigliamosche	3	0,015	0,123	3	0,015	0,013	0,106
Cincia bigia	50	0,254	0,902	21	0,107	0,170	0,574
Cinciarella	196	0,995	1,490	83	0,421	0,563	0,810
Cinciallegra	136	0,690	0,980	88	0,447	0,523	0,699
Codibugnolo	255	1,294	2,139	83	0,421	0,863	1,732
Pendolino	64	0,325	0,918	37	0,188	0,266	0,648
Gazza	4	0,020	0,201	2	0,010	0,010	0,101
Ghiandaia	43	0,218	0,691	22	0,112	0,094	0,290
Taccola	57	0,289	2,440	6	0,030	0,135	1,121
Cornacchia	210	1,066	1,717	91	0,462	0,500	0,810
Storno	110	0,558	2,073	26	0,132	0,353	1,435
Rigogolo	10	0,051	0,220	10	0,051	0,051	0,220
Passera mattugia	34	0,173	0,869	10	0,051	0,102	0,492
Passero domestico	290	1,472	3,308	64	0,325	0,749	1,673
Fringuello	111	0,563	0,834	78	0,396	0,411	0,575
Ciuffolotto	1	0,005	0,071	1	0,005	0,005	0,071
Verzellino	397	2,015	3,399	105	0,533	1,117	1,544
Lucherino	5	0,025	0,293	2	0,010	0,013	0,147
Verdone	228	1,157	2,495	73	0,371	0,657	1,313
Cardellino	361	1,832	3,446	101	0,513	0,972	1,668
Zigolo giallo	19	0,096	0,329	17	0,086	0,096	0,329
Zigolo nero	127	0,645	0,901	85	0,431	0,515	0,660
Zigolo muciatto	1	0,005	0,071	1	0,005	0,005	0,071
Migliarino di palude	26	0,132	0,765	8	0,041	0,066	0,382

	S	s medio	IPA medio	NP/P	NP/P medio	IEA	H'	e
Area totale	84	13,767	19,812	0,75	0,181	0,164	2,355	0,912
Alta valle	43	13,081	16,297	0,387	0,093	0,304	2,435	0,955
Media valle	50	12,179	15,782	0,351	0,123	0,244	2,219	0,946
Bassa valle	67	15,585	25,232	0,914	0,278	0,233	2,5	0,922

Complessivamente la campagna di rilevamento ha portato al censimento di 36 specie di “non-Passeriformi” e di 48 specie appartenenti all’ordine dei Passeriformi. Tra questi sono state contattate specie ubiquitarie, specie legate ai boschi, agli spazi aperti ed alle zone umide. Le due specie con frequenza assoluta maggiore e quindi ben distribuite in tutte e tre le aree campione sono il Merlo e la Capinera, anche se il Verzellino supera il Merlo come numero di individui censiti e come IPA medio stazionale.

Il numero di contatti con specie antropofile, come il Passero e lo Storno, è risultato basso per la discreta naturalità dell’Alta valle e della Media valle.

Tra i Fringillidi, escludendo Ciuffolotto e Lucherino considerati rispettivamente in spostamento locale ed in migrazione, il Fringuello è stata la specie con valori di abbondanza minori, probabilmente a causa della forte frammentarietà delle *patches* boschive e della loro non elevato stato evolutivo.

La presenza di specie *hole depending*, anche se non elevata, conforta sullo stato delle successioni vegetazionali. Tuttavia, la scarsa abbondanza di queste specie in Bassa valle conduce a considerazioni sulla frammentazione determinata dall’uso antropico delle risorse dell’ecosistema ripariale, di cui si discuterà in seguito.

Interessante è risultata la presenza di specie con alto valore conservazionistico, soprattutto “non-Passeriformi”, come ad esempio quelle appartenenti alla famiglie degli Ardeidi, degli

Anatidi, ed i “limicoli” in genere. Alcune di queste specie, censite soprattutto in Bassa valle, poiché legate agli ambienti umidi, sono in migrazione ed in sosta nelle zone di alimentazione come i “chiari da caccia”. Rilevante è sicuramente la conferma della nidificazione del Cavaliere d’Italia, già di fatto segnalato da Casini (1985).

Significativa è inoltre da considerarsi la nidificazione del Gruccione osservato sui *bank* argillosi o sabbiosi dei laghi adiacenti alle cave utilizzati per il lavaggio del materiale clastico. La presenza di 6 specie di Rapaci nidificanti indica un relativamente elevato livello trofico delle zone ripariali del fiume Marecchia.

6.3.1. La comunità ornitica dell'Alta valle

Specie	n° individui	Media n° individui	Dev. St. n° ind.	Media n° IPA	Dev. St. IPA	F _A	F _C	p*100
Nitticora	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Garzetta	4	0,11	0,31	0,05	0,16	4	0,054	0,643
Airone cenerino	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Poiana	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Lodolaio	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Corriere piccolo	4	0,11	0,46	0,05	0,23	2	0,027	0,322
Tortora	3	0,08	0,28	0,07	0,24	3	0,041	0,482
Cuculo	4	0,11	0,39	0,08	0,28	3	0,041	0,482
Martin pescatore	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Picchio verde	19	0,54	0,80	0,36	0,52	15	0,203	2,412
Picchio rosso maggiore	4	0,11	0,31	0,08	0,25	4	0,054	0,643
Torcicollo	7	0,19	0,46	0,19	0,46	6	0,081	0,965
Tottavilla	2	0,05	0,23	0,05	0,23	2	0,027	0,322
Ballerina gialla	13	0,41	0,96	0,23	0,56	11	0,149	1,768
Ballerina bianca	30	0,92	1,14	0,45	0,50	24	0,324	3,859
Scricciolo	34	1,30	1,02	0,89	0,65	42	0,568	6,752
Usignolo	26	0,70	0,78	0,70	0,78	20	0,270	3,215
Pettiroso	49	1,54	1,10	1,23	0,82	38	0,514	6,109
Codiroso	11	0,30	0,57	0,28	0,53	9	0,122	1,447
Codiroso spazzacamino	6	0,19	0,52	0,15	0,39	6	0,081	0,965
Merlo	54	2,24	1,38	1,12	0,56	56	0,757	9,003
Occhiocotto	16	0,49	0,84	0,43	0,69	15	0,203	2,412
Capinera	51	2,14	1,25	1,30	0,64	56	0,757	9,003
Sterpazzola	1	0,03	0,16	0,03	0,16	1	0,014	0,161
Lui piccolo	42	1,35	1,01	1,12	0,79	36	0,486	5,788
Cincia bigia	41	1,11	1,43	0,78	0,98	19	0,257	3,055
Cinciarella	55	1,86	2,06	1,00	1,07	35	0,473	5,627
Cinciallegra	30	0,97	0,93	0,70	0,58	30	0,405	4,823
Codibugnolo	54	1,78	2,39	1,18	1,94	32	0,432	5,145
Ghiandaia	18	0,59	1,01	0,24	0,38	15	0,203	2,412
Taccola	2	0,05	0,33	0,03	0,16	1	0,014	0,161
Cornacchia	40	1,22	2,70	0,54	1,27	19	0,257	3,055
Storno	4	0,11	0,46	0,05	0,23	2	0,027	0,322
Rigogolo	4	0,11	0,31	0,11	0,31	4	0,054	0,643
Passero domestico	14	0,46	1,28	0,19	0,53	7	0,095	1,125
Fringuello	27	0,81	0,81	0,61	0,52	26	0,351	4,180
Verzellino	23	0,62	1,14	0,51	0,86	12	0,162	1,929
Lucherino	1	0,03	0,16	0,01	0,08	1	0,014	0,161
Verdone	6	0,16	0,44	0,12	0,32	5	0,068	0,804
Cardellino	28	0,97	1,32	0,55	0,73	24	0,324	3,859
Zigolo giallo	1	0,03	0,16	0,03	0,16	1	0,014	0,161
Zigolo nero	25	0,86	0,79	0,66	0,58	30	0,405	4,823
Zigolo muciatto	1	0,03	0,16	0,03	0,16	1	0,014	0,161

Ricchezza: 43
Ricchezza media stazionale: 13,081
I.P.A. medio stazionale: 16,297
NP/P: 0,387
NP/P medio stazionale: 0,093
I.E.A.: 0,304
H': 2,435
e: 0,955

In Alta valle si è riscontrata la ricchezza più bassa rispetto alle altre due aree di studio (S=43), anche se la ricchezza media stazionale è molto vicina a quella complessiva calcolata sul totale delle stazioni delle tre aree campione.

L'I.P.A. medio stazionale è risultato essere più basso del valore complessivo e, significativamente inferiore a quello riscontrato in Bassa valle, anche a causa della più elevata presenza di ecosistemi diversi ed una minore equiripartizione in quest'ultima area.

Per quanto riguarda il livello trofico si può dire che l'indice non-Passeriformi/Passeriformi è inferiore a quello calcolato sul totale ed è il più basso come valore medio stazionale, sottolineando le ridotte dimensioni delle *patches* forestali anche se storicamente abbastanza mature.

L'indice di eterogeneità ambientale e l'indice di equiripartizione dell'Alta valle non sono significativamente diversi da quelli della media e della bassa valle, ma comunque sono i più alti tra le tre aree campione, indicando una relativa omogeneità degli ecosistemi ed una minore frammentazione.

Anche il valore dell'indice di Shannon, usato come indice di diversità, non presenta sostanziali differenze rispetto a quello ottenuto nelle altre due aree di studio, risultando comunque complessivamente non elevato.

Come già segnalato da altri autori (Farina, 1988), un basso valore dell'indice di diversità è tipico degli ecosistemi legati al *buffer* ripariale caratterizzato da una stabilità storica relativa.

6.3.2 La comunità ornitica della Media valle

La ricchezza complessiva in Media valle è superiore a quella riscontrata in Alta valle con un totale di 50 specie, ma la ricchezza media stazionale riporta un valore leggermente più basso. Anche l'I.P.A. medio stazionale risulta leggermente più basso rispetto a quello riscontrato in Alta valle.

Il livello trofico complessivo della Media valle risulta pressochè uguale a quello trovato in Alta valle anche se l'indice non-Passeriformi/Passeriformi medio stazionale è leggermente superiore.

L'omogeneità ambientale e l'equiripartizione calcolate con l'I.E.A. e con Pielou mostrano valori intermedi tra l'Alta valle e la Bassa valle anche se, come già accennato, non particolarmente significativi.

La diversità calcolata con l'indice di Shannon mostra un valore leggermente inferiore a quello dell'Alta valle, ma questa differenza si può considerare insignificante.

Dall'analisi di queste informazioni si evidenzia come la Media valle presenti un livello di frammentazione e di antropizzazione maggiori rispetto all'Alta valle, soprattutto evidenziato dalle medie degli indici di ricchezza ed abbondanza rispetto alla ricchezza totale.

Specie	n° individui	Media n° individui	Dev. St. n° ind.	Media n° IPA	Dev. St. IPA	F _A	F _C	p _i *100
Nitticora	4	0,05	0,22	0,03	0,11	4	0,026	0,341
Garzetta	14	0,18	0,60	0,10	0,31	9	0,058	0,767
Airone cenerino	8	0,10	0,41	0,04	0,16	7	0,045	0,597
Poiana	20	0,26	0,55	0,13	0,27	17	0,109	1,449
Pecchiaiolo	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,085
Gheppio	2	0,03	0,16	0,01	0,08	2	0,013	0,171
Lodolaia	3	0,04	0,34	0,02	0,17	1	0,006	0,085
Corriere piccolo	10	0,13	0,57	0,06	0,28	5	0,032	0,426
Tortora	19	0,24	0,54	0,19	0,42	15	0,096	1,279
Cuculo	4	0,05	0,22	0,05	0,22	4	0,026	0,341
Picchio verde	21	0,27	0,50	0,21	0,39	21	0,135	1,790
Picchio rosso maggiore	11	0,14	0,35	0,10	0,27	11	0,071	0,938
Torcicollo	2	0,03	0,16	0,03	0,16	2	0,013	0,171
Tottavilla	34	0,44	0,93	0,35	0,68	23	0,147	1,961
Allodola	16	0,21	0,67	0,16	0,49	12	0,077	1,023
Ballerina gialla	2	0,03	0,16	0,01	0,08	2	0,013	0,171
Ballerina bianca	102	1,31	2,01	0,58	0,76	49	0,314	4,177
Scricciolo	64	0,82	0,88	0,61	0,58	56	0,359	4,774
Passera scopaiola	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,085
Usignolo	45	0,58	0,61	0,58	0,61	40	0,256	3,410
Pettiroso	98	1,26	1,12	0,96	0,85	67	0,429	5,712
Codirosso	4	0,05	0,27	0,04	0,19	3	0,019	0,256
Codirosso spazzacamino	3	0,04	0,19	0,03	0,17	3	0,019	0,256
Saltimpalo	25	0,32	0,67	0,22	0,48	20	0,128	1,705
Merlo	135	1,73	1,15	0,99	0,54	103	0,660	8,781
Occhiocotto	37	0,47	0,75	0,41	0,62	32	0,205	2,728
Capinera	169	2,17	1,18	1,49	0,71	111	0,712	9,463
Sterpazzola	5	0,06	0,25	0,06	0,25	5	0,032	0,426
Lui piccolo	116	1,49	1,14	1,21	0,90	83	0,532	7,076
Regolo	6	0,08	0,58	0,04	0,29	2	0,013	0,171
Pigliamosche	3	0,04	0,19	0,03	0,17	3	0,019	0,256
Cincia bigia	9	0,12	0,82	0,06	0,41	2	0,013	0,171
Cinciarella	110	1,41	1,44	0,81	0,79	61	0,391	5,200
Cinciallegra	72	0,92	1,20	0,67	0,85	49	0,314	4,177
Codibugnolo	157	2,01	2,37	1,28	1,98	62	0,397	5,286
Gazza	4	0,05	0,32	0,03	0,16	2	0,013	0,171
Ghiandaia	21	0,27	0,78	0,12	0,35	12	0,077	1,023
Taccola	55	0,71	3,85	0,33	1,77	7	0,045	0,597
Cornacchia	97	1,24	1,52	0,60	0,73	46	0,295	3,922
Sturno	9	0,12	0,56	0,09	0,43	5	0,032	0,426
Rigogolo	6	0,08	0,27	0,08	0,27	6	0,038	0,512
Passero domestico	74	0,95	3,49	0,40	1,36	15	0,096	1,279
Fringuello	72	0,92	0,99	0,65	0,67	56	0,359	4,774
Ciuffolotto	1	0,01	0,11	0,01	0,11	1	0,006	0,085
Verzellino	30	0,38	0,84	0,28	0,56	21	0,135	1,790
Lucherino	4	0,05	0,45	0,03	0,23	1	0,006	0,085
Verdone	8	0,10	0,38	0,07	0,26	6	0,038	0,512
Cardellino	60	0,77	1,91	0,51	1,10	26	0,167	2,217
Zigolo giallo	9	0,12	0,32	0,12	0,32	9	0,058	0,767
Zigolo nero	89	1,14	1,04	0,91	0,71	72	0,462	6,138

Ricchezza: 50

Ricchezza media stazionale: 12,179

I.P.A. medio stazionale: 15,782

NP/P: 0,351

NP/P medio stazionale: 0,123

I.E.A.: 0,244

H': 2,219

e: 0,946

6.3.3. La comunità ornitica della Bassa valle

Specie	n° individui	Media n° individui	Dev. St. n° ind.	Media n° IPA	Dev. St. IPA	F _A	F _C	p*100
Tuffetto	5	0,06	0,45	0,03	0,23	2	0,012	0,124
Svasso maggiore	2	0,02	0,22	0,01	0,11	1	0,006	0,062
Cormorano	4	0,05	0,31	0,02	0,16	2	0,012	0,124
Tarabusino	2	0,02	0,16	0,01	0,08	2	0,012	0,124
Nitticora	4	0,05	0,31	0,02	0,16	2	0,012	0,124
Garzetta	19	0,23	0,71	0,12	0,35	10	0,061	0,618
Airone rosso	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,062
Airone cenerino	13	0,16	0,55	0,07	0,25	9	0,055	0,556
Mestolone	1	0,01	0,11	0,06	0,55	1	0,006	0,062
Germano reale	71	0,87	2,20	0,35	0,83	25	0,152	1,545
Marzaiola	46	0,56	2,91	0,27	1,45	8	0,049	0,494
Moriglione	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,062
Poiana	7	0,09	0,39	0,04	0,20	5	0,030	0,309
Pecchiaiolo	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,062
Falco di palude	16	0,20	0,53	0,07	0,17	16	0,098	0,989
Albanella minore	6	0,07	0,26	0,04	0,13	6	0,037	0,371
Gheppio	6	0,07	0,47	0,03	0,18	4	0,024	0,247
Fagiano	31	0,38	0,70	0,27	0,48	26	0,159	1,607
Voltolino	3	0,04	0,25	0,02	0,12	2	0,012	0,124
Gallinella d'acqua	7	0,09	0,36	0,04	0,18	5	0,030	0,309
Folaga	299	3,65	8,88	1,40	3,17	35	0,213	2,163
Cavaliere d'Italia	28	0,34	1,29	0,15	0,53	9	0,055	0,556
Corriere piccolo	31	0,38	0,96	0,19	0,48	15	0,091	0,927
Beccaccino	45	0,55	2,30	0,27	1,15	7	0,043	0,433
Pittima reale	1	0,01	0,11	0,01	0,06	1	0,006	0,062
Pettegola	4	0,05	0,35	0,02	0,17	2	0,012	0,124
Piro piro culbianco	11	0,13	0,60	0,07	0,30	5	0,030	0,309
Gabbiano comune	102	1,24	4,27	0,62	2,12	13	0,079	0,803
Tortora	53	0,65	0,73	0,52	0,61	42	0,256	2,596
Cuculo	39	0,48	0,74	0,38	0,57	29	0,177	1,792
Gruccione	21	0,26	1,59	0,13	0,80	5	0,030	0,309
Torcicollo	20	0,24	0,53	0,21	0,44	19	0,116	1,174
Tottavilla	4	0,05	0,44	0,02	0,22	1	0,006	0,062
Allodola	34	0,41	0,86	0,35	0,65	27	0,165	1,669
Prispolone	17	0,21	0,70	0,12	0,38	8	0,049	0,494
Spioncello	6	0,07	0,38	0,04	0,19	4	0,024	0,247
Cutrettola	8	0,10	0,40	0,05	0,20	5	0,030	0,309
Ballerina bianca	28	0,34	0,79	0,26	0,55	20	0,122	1,236
Scricciolo	15	0,18	0,47	0,17	0,41	14	0,085	0,865
Usignolo	97	1,18	0,89	1,18	0,89	63	0,384	3,894
Pettiroso	34	0,41	0,68	0,29	0,48	28	0,171	1,731
Codirosso	1	0,01	0,11	0,01	0,11	1	0,006	0,062
Saltimpalo	40	0,49	0,74	0,40	0,54	35	0,213	2,163
Merlo	99	1,21	1,05	0,85	0,63	77	0,470	4,759
Beccamoschino	91	1,11	1,04	0,84	0,73	74	0,451	4,574
Usignolo di fiume	193	2,35	1,34	1,56	0,82	125	0,762	7,726
Cannaiola	15	0,18	0,47	0,18	0,47	12	0,073	0,742
Occhiocotto	111	1,35	1,21	1,07	0,93	81	0,494	5,006
Bigia grossa	7	0,09	0,32	0,09	0,32	6	0,037	0,371
Capinera	224	2,73	1,77	1,71	0,98	121	0,738	7,478
Sterpazzola	25	0,30	0,54	0,30	0,54	22	0,134	1,360

Ricchezza: 67
Ricchezza media stazionale: 15,585
I.P.A. medio stazionale: 25,232
NP/P: 0,914
NP/P medio stazionale: 0,278
I.E.A.: 0,233
H': 2,500
e: 0,922

La ricchezza riscontrata in bassa valle è risultata essere quella più elevata con una differenza di sole 17 specie da quella totale così come la ricchezza media stazionale.

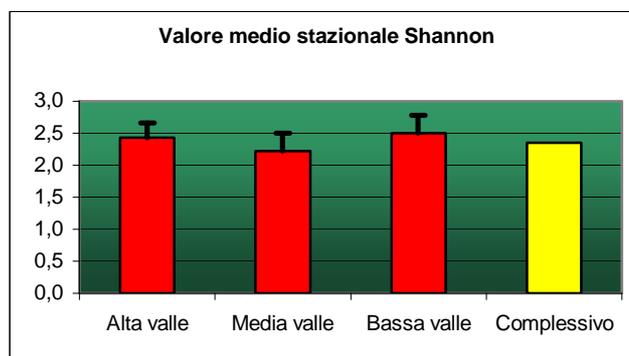
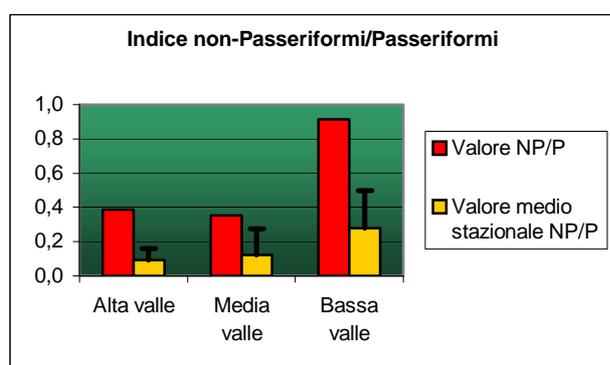
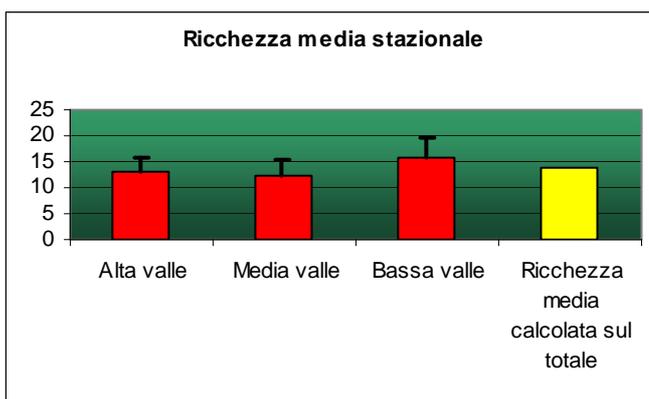
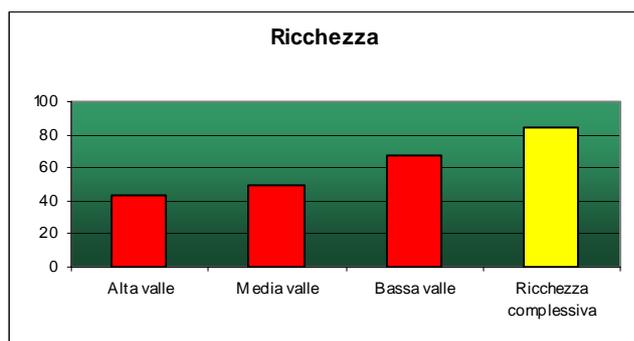
L'I.P.A. medio stazionale è il più alto e mostra un valore significativamente più elevato rispetto a quello riscontrato in Alta ed in Media valle. Questo dato mostra una relazione con la ricchezza media stazionale, che ci permette di definire come questa sia l'ecosistema a maggiore produttività.

Infatti ciò è in perfetto accordo con il valore dell'indice non-Passeriformi/Passeriformi che indica un livello trofico più elevato a causa della presenza di specie "non-Passeriformi" tipiche di ecosistemi ad acque lentiche, questi ultimi tutti ben rappresentati in questo tratto fluviale.

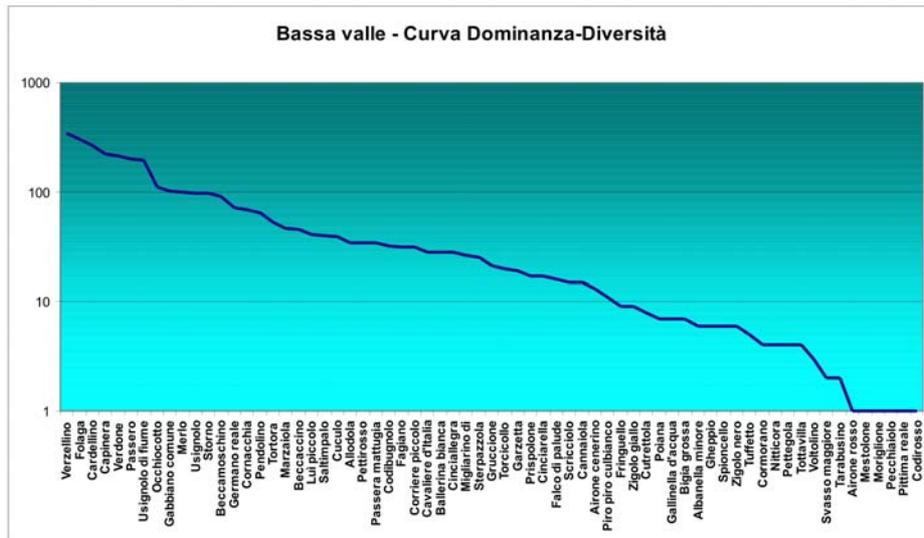
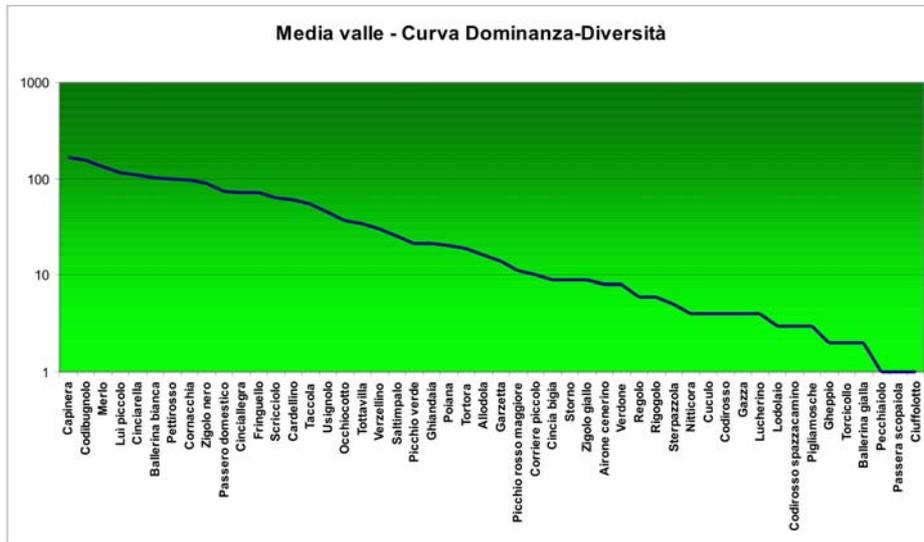
L'indice di eterogeneità ambientale e l'indice di Pielou, in Bassa valle, riportano i valori più bassi di omogeneità e di equiripartizione, anche se, come già detto, essi non differiscono sostanzialmente dalle altre due aree campione.

6.4. Le ornitocenosi delle tre aree campione: confronti e considerazioni

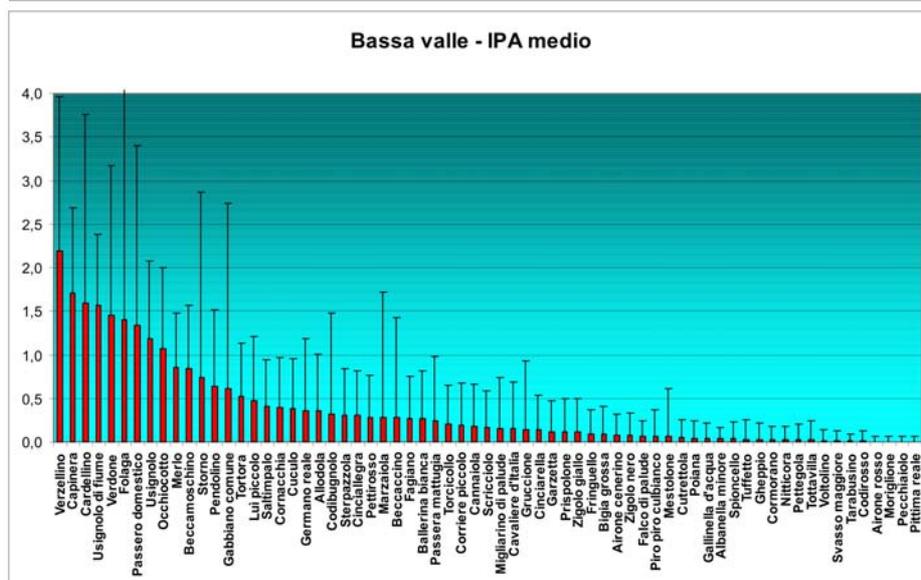
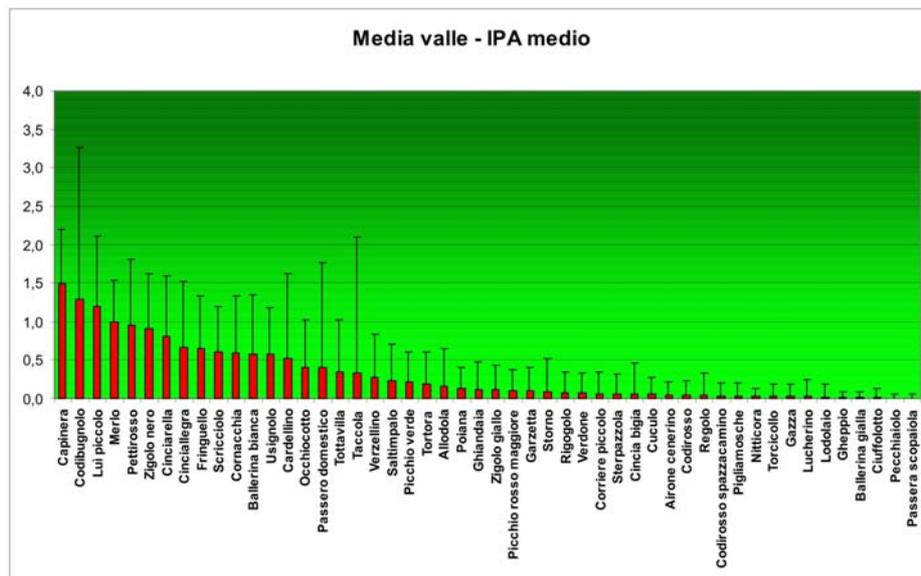
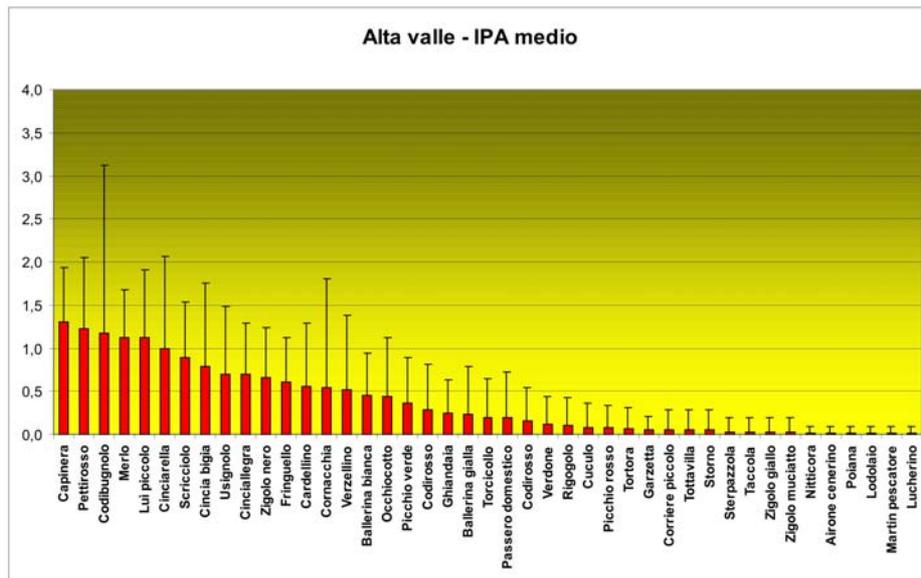
Per una migliore confrontabilità, i dati riguardanti gli indici descrittivi della comunità ornitica delle tre aree campione descritti e discussi precedentemente e riportati nelle tabelle 3.4, 3.5 e 3.6, sono stati riassunti nei seguenti grafici.



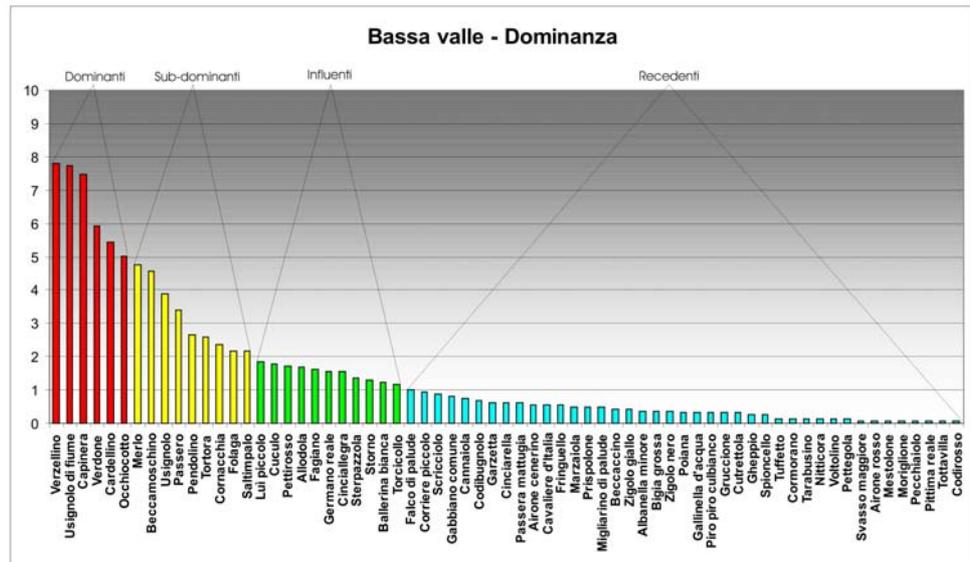
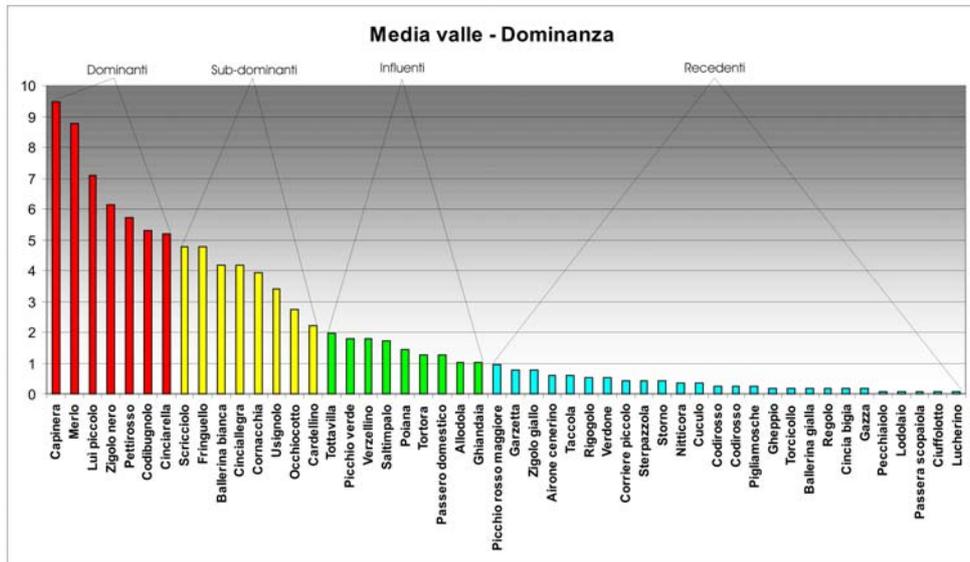
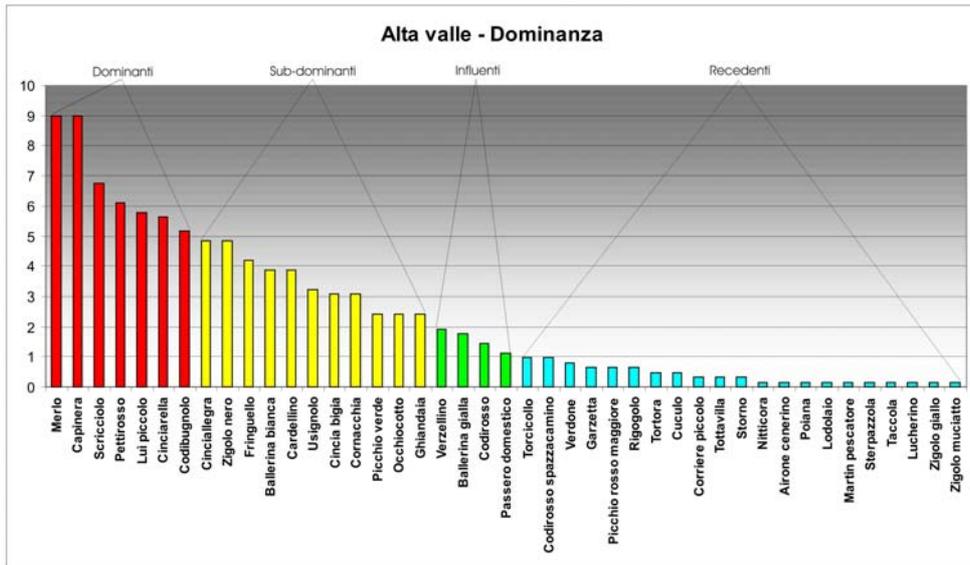
Curve Dominanza-Diversità



I.P.A. medio stagionale

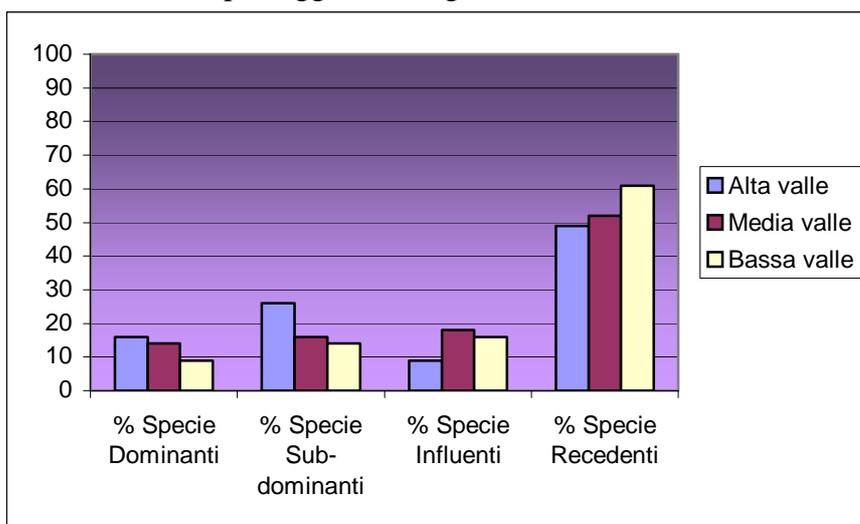


Dominanza (p_i%)



Dai grafici relativi ai valori di importanza delle diverse specie, si nota che il numero di specie recedenti è alto in tutte e tre le aree campione con un massimo in Bassa valle. Infatti, dall'Alta valle verso la Bassa valle aumenta progressivamente la percentuale del numero di specie recedenti e diminuisce quella delle specie dominanti e sub-dominanti.

Il fatto che il numero di specie recedenti sia alto in tutte e tre le aree è imputabile alla elevata eterogeneità ambientale ed alla mancanza di *patches* molto estese, infatti, le unità vegetazionali risultano essere fortemente frammentate come si evidenzia dalle carte della vegetazione. L'aumento della percentuale di specie recedenti e la diminuzione di quelle dominanti e sub-dominanti dall'Alta valle verso la Bassa valle è presumibilmente legato all'aumento della frammentazione paesaggistica lungo il corso del fiume.



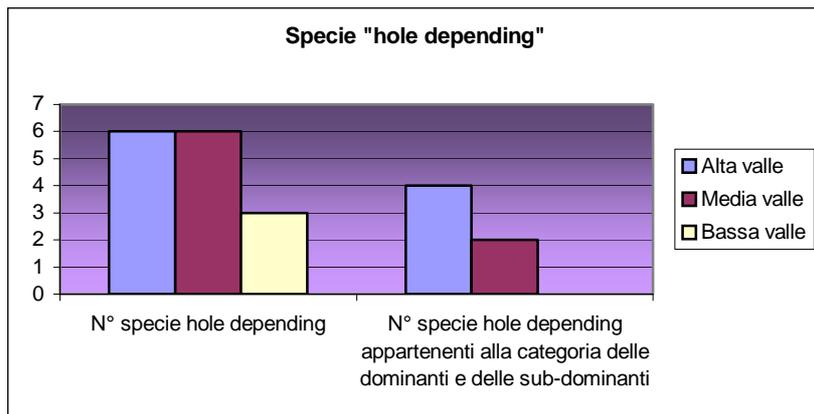
Percentuale delle specie dominanti, sub-dominanti, influenti e recedenti nelle tre aree

Questo dato è sostenuto anche dal fatto che il numero di specie *hole depending*, legate a stadi avanzati delle successioni vegetazionali, diminuisce dall'Alta valle verso la Bassa valle: infatti, sia in Alta valle che in Media valle sono state contattate sei specie nidificanti in cavità di alberi (Paridi e Piciformi), mentre in Bassa valle solo tre.

Delle sei specie *hole depending* contattate in Alta valle, quattro rientrano nella categoria delle dominanti e sub-dominanti. In Media valle questo numero si riduce a due. In Bassa valle tutte e tre le specie appartengono, invece, alla categoria delle influenti e recedenti. Quindi, in Bassa valle, anche due specie generaliste come la Cinciallegra e la Cinciarella non rientrano nella categoria delle specie dominanti e sub-dominanti.

Specie <i>hole depending</i>	Alta valle	Media valle	Bassa valle
Picchio verde	Sub-dominante	Influente	NO
Picchio rosso maggiore	Recedente	Recedente	NO
Torricollo	Recedente	Recedente	Influente
Cincia bigia	Sub-dominante	Recedente	NO
Cinciarella	Dominante	Dominante	Recedente
Cinciallegra	Sub-dominante	Sub-dominante	Influente

Specie "hole depending" nelle tre aree campione



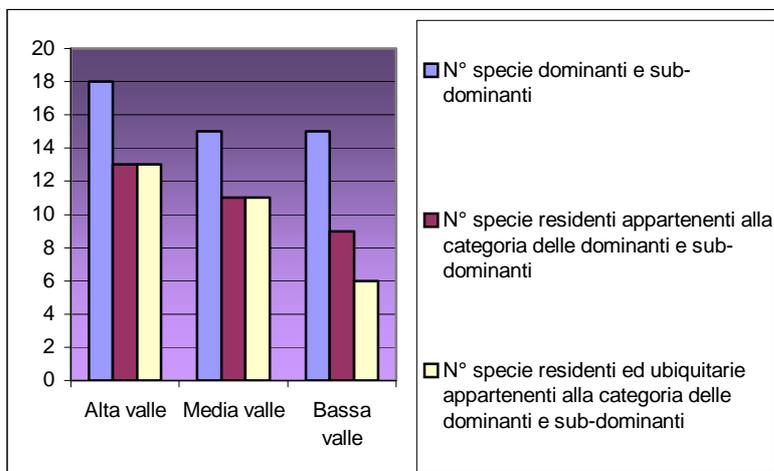
N° di specie hole depending nelle tre aree campione

Specie ubiquiste, che risultano dominanti e sub-dominanti in Alta valle ed in Media valle, entrano nelle categorie delle influenti e delle recedenti in Bassa valle. Questo fatto fa pensare ad una componente di disturbo che esula da quella legata alla frammentazione paesaggistica ed alla maturità delle successioni vegetazionali e che comunque influenza i livelli di abbondanza.

Un altro dato convalida la presenza di un secondo stress ecologico: in Alta valle ed in Media valle, molte delle specie dominanti e sub-dominanti sono residenti, mentre in Bassa valle, molte di queste specie residenti risultano avere un valore di importanza ($p_i\%$) inferiore, rientrando così nelle categorie delle specie influenti e recedenti.

L'attività venatoria in Bassa valle, che nella stagione invernale risulta essere particolarmente intensa, potrebbe spiegare questi risultati e, quindi, essere considerata, assieme alla marcata frammentazione degli ecosistemi, un forte elemento di disturbo che si ripercuote sulla struttura delle ornitocenosi anche nel periodo riproduttivo.

Il fatto che il numero di specie dominanti e sub-dominanti in Bassa valle non sia di molto inferiore a quello delle altre due aree campione non contraddice la considerazione fatta sull'attività venatoria, poiché rientrano nel conteggio specie delle zone umide e legate ai



canneti ed alla presenza di acque lentiche, e quindi agli ecosistemi prevalenti in Bassa valle. Questa considerazione è ulteriormente sostenuta dai risultati riportati nella figura a fianco, in cui viene illustrata la forte riduzione del numero di specie residenti ed ubiquiste, appartenenti comunque alla categoria delle dominanti e sub-dominanti della Bassa valle.

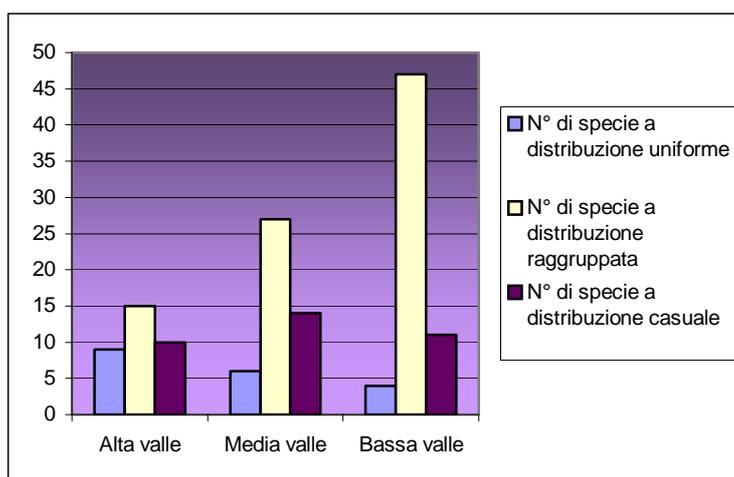
Inoltre, osservando le curve di dominanza-diversità riportate precedentemente, si nota chiaramente che la curva della Bassa valle presenta la pendenza più accentuata rispetto a quelle dell'Alta e della Media valle. Sapendo che queste curve possono essere utilizzate per stabilire gli effetti delle perturbazioni sulla struttura in specie (Odum, 1983) possiamo dire che la curva della Bassa valle testimonia la presenza di perturbazioni (stress) maggiori sulla comunità ornitica rispetto alle altre due curve.

6.4.1. Tipo di distribuzione

Il rapporto tra varianza e media e l'errore standard hanno permesso di valutare il tipo di distribuzione delle specie all'interno di ciascuna zona campione riportati nelle rispettive tabelle. Per quelle specie la cui contabilità si è rivelata molto bassa non è stato ovviamente possibile valutare il tipo di distribuzione (N.D.). La tabella seguente riporta una sintesi dei dati relativi al tipo di distribuzione delle specie nelle tre aree campione.

Aree campione	n° specie con distribuzione uniforme	n° specie con distribuzione raggruppata	n° specie con distribuzione casuale	N.D.
Alta valle	9	14	10	9
Media valle	6	27	13	3
Bassa valle	4	47	11	5

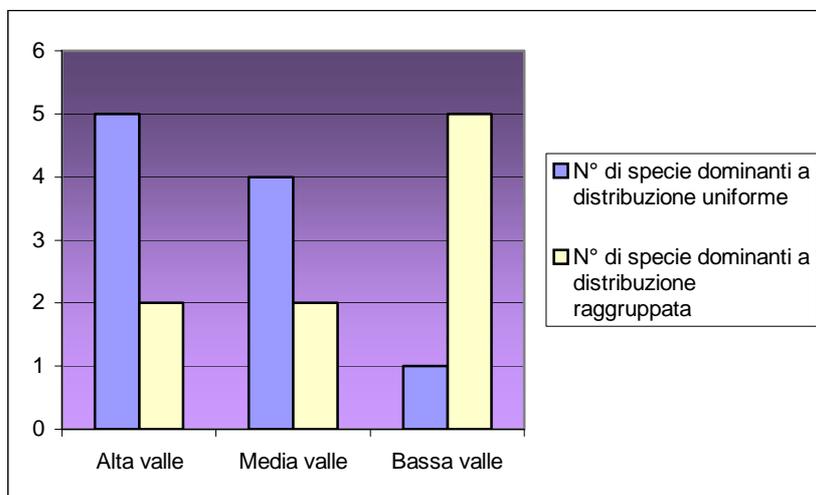
Il numero di specie con distribuzione uniforme diminuisce dall'Alta valle verso la Bassa valle, mentre il numero di quelle con distribuzione raggruppata aumenta considerevolmente lungo questo gradiente geografico.



Tipi di distribuzione delle specie nelle tre aree

Questo dato è un'ulteriore conferma dell'impatto che la struttura della comunità ornitica subisce in relazione alla frammentazione paesaggistica. L'elevata eterogeneità ambientale presente in Bassa valle, infatti, spiega l'elevato numero di specie con distribuzione raggruppata, cioè legate ad ecosistemi spazialmente limitati.

Ciò è supportato anche dal fatto che le specie dominanti presenti in Bassa valle hanno praticamente tutte un tipo di distribuzione raggruppata a differenza dell'Alta e della Media valle, dove il numero di specie dominanti a distribuzione uniforme è maggiore di quelle a distribuzione raggruppata.

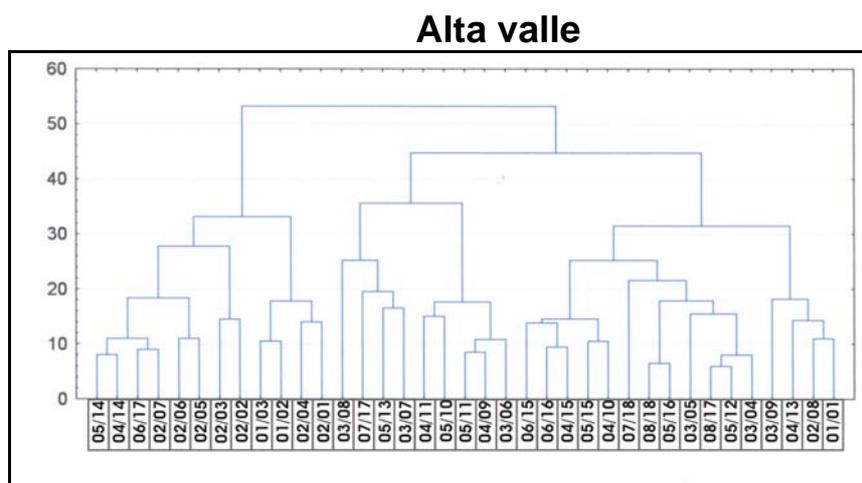


Confronto tra dominanza e tipi di distribuzione

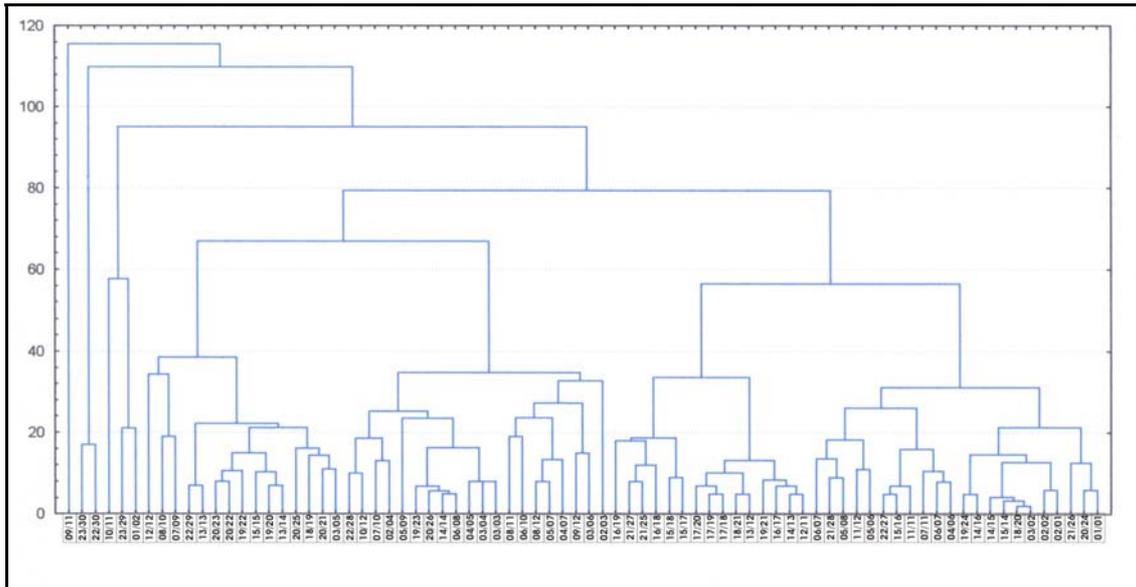
Infatti, gli ecosistemi più stabili ed estesi li troviamo nel tratto medio-alto del fiume, mentre, quelli più frammentati e perturbati dai fattori antropici, nel tratto più basso.

6.4.2. Risultati della “cluster analysis” (Ward’s method)

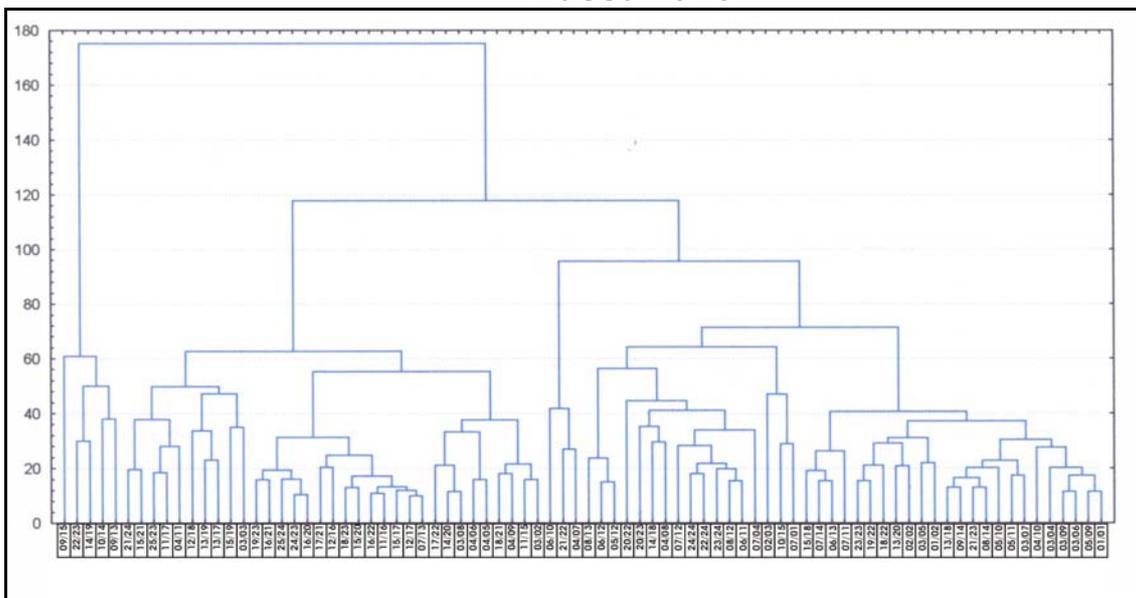
L’analisi multivariata ha permesso di raggruppare le stazioni d’ascolto (variabili), secondo un modello statistico gerarchico, utilizzando come matrice gli I.P.A. stazionali attribuiti ad ogni specie. I dati riportati dal software sui dendrogrammi sono stati trasposti su base cartografica in modo da avere un’ immagine chiara della distribuzione delle stazioni in *cluster*.



Media valle



Bassa valle



La rappresentazione cartografica dei raggruppamenti delle stazioni ottenuti è illustrata nelle relative Carte della Omogeneità biocenotica. Osservando tali rappresentazioni risulta chiaro come le stazioni si raggruppano in un modo che esprime l'eterogeneità ambientale tipica degli ambienti ripariali.

L'alta valle è caratterizzata principalmente da tre gruppi di stazioni che si distribuiscono spazialmente in maniera abbastanza omogenea come mostra la cartografia relativa

La situazione della media valle risulta essere invece relativamente più eterogenea. Tuttavia si possono ben distinguere tre tipologie di stazioni ad una distanza di legame relativamente importante. La distribuzione spaziale mostrata nella cartografia relativa, evidenzia una maggiore variabilità della porzione montana rispetto al tratto a valle di Ponte Messa.

Anche per il tratto a valle esistono condizioni apparenti di eterogeneità che si riducono ad una distanza di legame significativa. Si possono individuare anche in questo caso tre gruppi principali di stazioni che si distribuiscono in maniera più omogenea sul territorio definendo tre ambiti principali.

6.5. Macroartropodi del suolo di ambiente ripario

Gli organismi attivi al livello della superficie del terreno che meglio sono utilizzabili per valutazioni ambientali, a fianco di una discreta facilità di campionamento, sono i "macroartropodi del suolo", i quali giocano un ruolo importante sia nel numero di specie, sia in biomassa. La mobilità di questi organismi, associata alla diversità specifica ed alla stenoecia di molte specie, ne fanno dei buoni indicatori ecologici.

La valutazione delle variazioni quali-quantitative nelle popolazioni di questi organismi permette di effettuare considerazioni sulle modificazioni ecosistemiche intervenute nelle varie unità ambientali in seguito alla modificazioni ambientali.

L'analisi della complessità della comunità permette di valutare la potenzialità di queste aree riparie come elementi strutturali del paesaggio adatti a sostenere una elevata biodiversità ed a funzionare da corridoio ecologico ed area source cioè con un saldo attivo di popolazione.

In ognuna delle tre aree campione relative al modello a Passeriformi in vicinanza dei siti in cui sono state identificate le aree per il campionamento idrobiologico, sono state localizzate tre stazioni di rilevamento in cui sono state posizionate cinque pitfall-traps per la raccolta degli organismi indicatori.

Stazione 1: tratto montano.



Stazione 2: medio corso



Stazione 3: tratto di pianura



Per ogni stazione sono state posizionate 5 trappole in modo da avere un numero di campioni statisticamente significativo per i confronti. Il materiale verrà raccolto mensilmente da aprile a settembre, cioè nel periodo di massima attività delle specie utili ad una valutazione ambientale.

Posizionamento di una trappola (St.2)

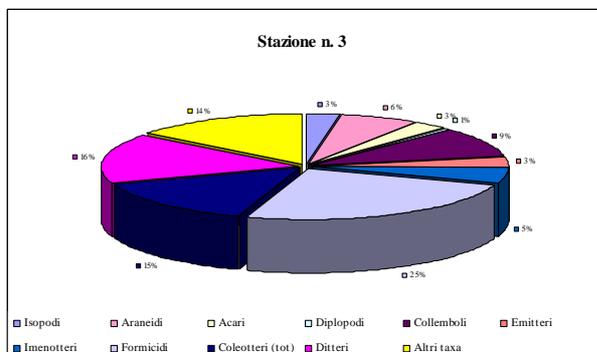
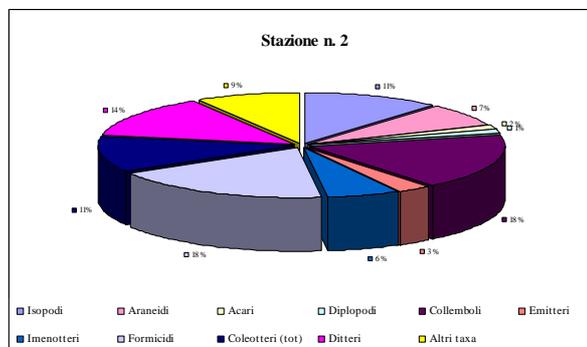
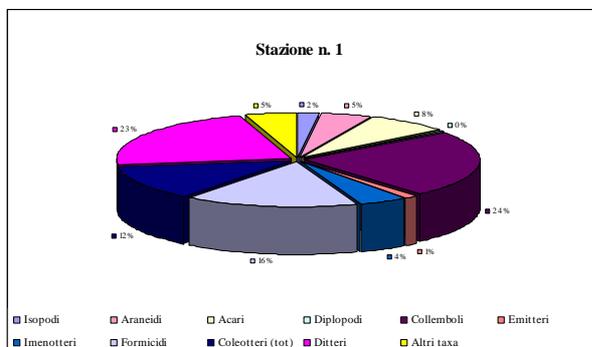
Dall'elaborazione dei dati ottenuti dalla classificazione del materiale raccolto, verranno ottenuti i seguenti risultati:



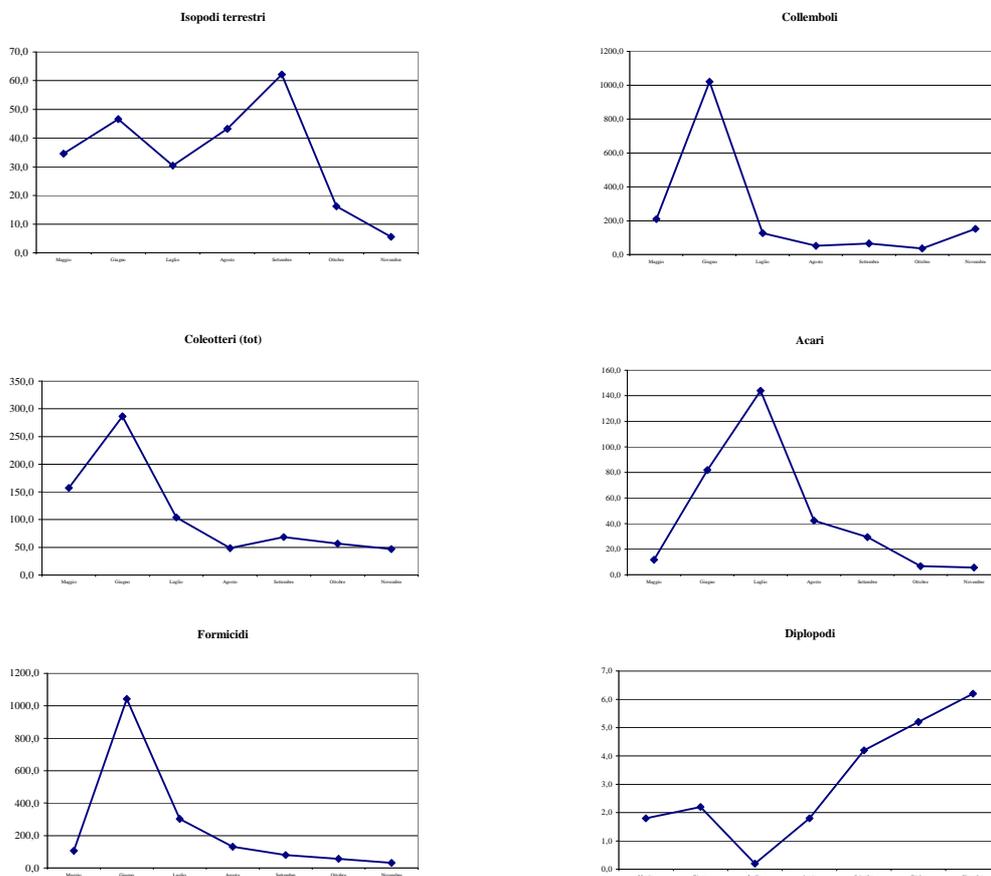
- composizione della comunità nei diversi tratti;
- analisi delle comunità attraverso l'utilizzo dei parametri descrittivi;
- correlazioni con i parametri ambientali dell'ambito;
- confronti tra ambiti a differente qualità ambientale.

6.5.1. Risultati e considerazioni

I grafici a torta riportati di seguito, illustrano la composizione delle comunità di macroinvertebrati terrestri nelle stazioni di campionamento individuate all'interno delle aree campione e vicine alle stazioni idrobiologiche.

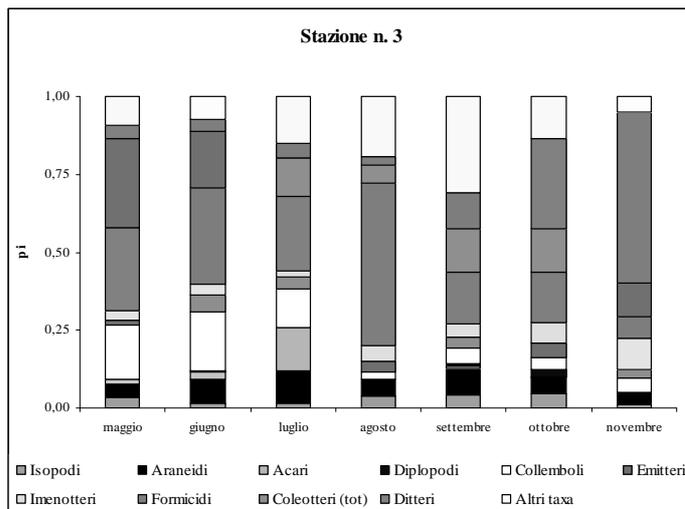
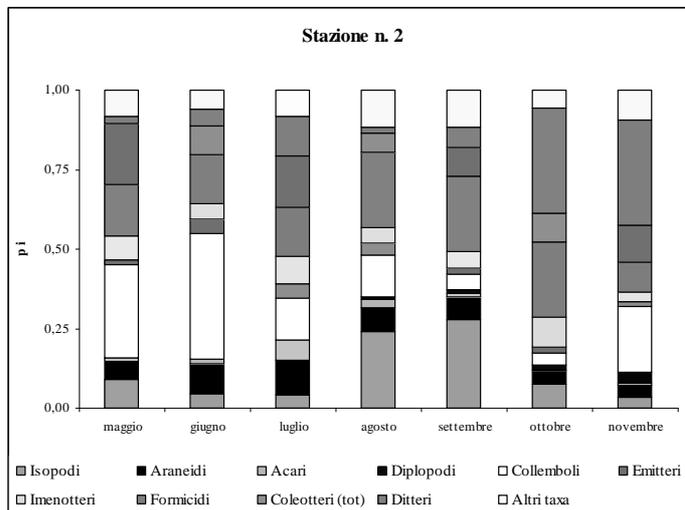
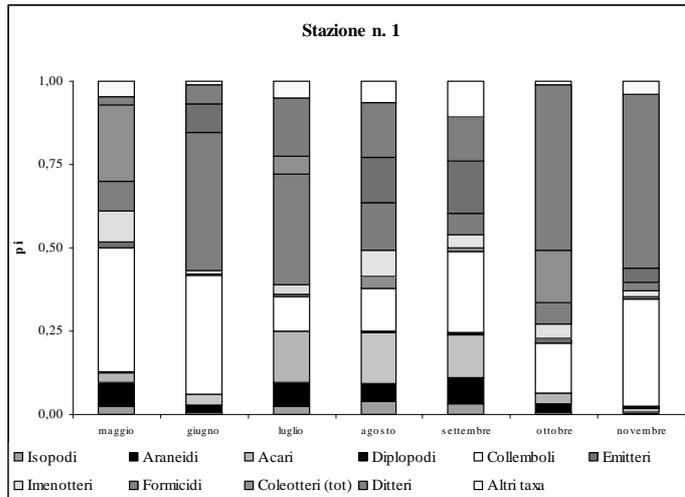


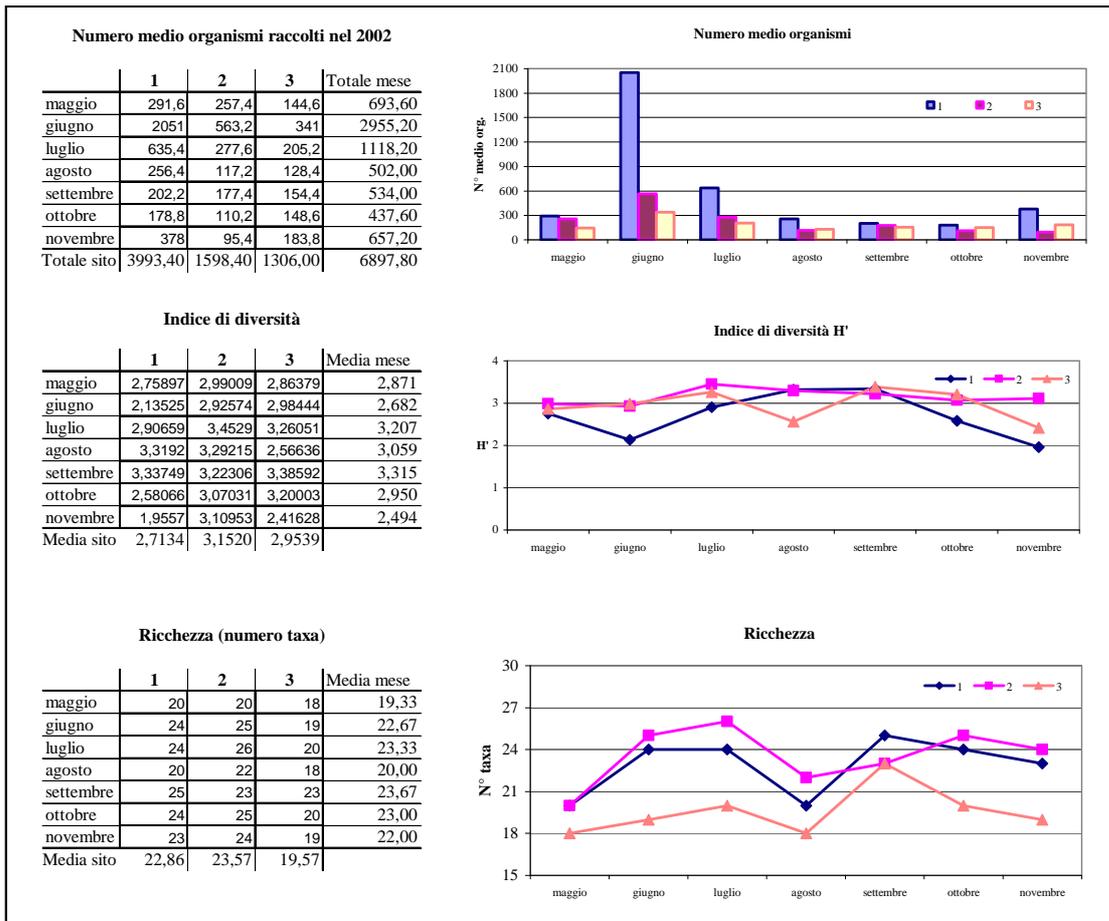
Come è possibile osservare, da un punto di vista quali-quantitativo non esistono evidenti differenze che possano evidenziare delle evidenti anomalie biocenotiche in questi microhabitat di area ripariale.



In questi grafici si evidenziano gli aspetti autoecologici dei principali gruppi rilevati in cui si può osservare gli andamenti temporali dei principali taxa (in ordinata viene indicato il numero medio di organismi). Gli andamenti si distribuiscono in relazione alla fenologia propria dei gruppi e dall'analisi si nota come questi habitat temporanei e soggetti a forte instabilità delle condizioni ecologiche del substrato, siano in gran parte utilizzati per scopi riproduttivi ed in parte trofici.

Anche considerando le singole stazioni come viene evidenziato negli istogrammi rappresentati di seguito, non emergono sostanziali differenze tra i diversi taxa nelle stazioni.

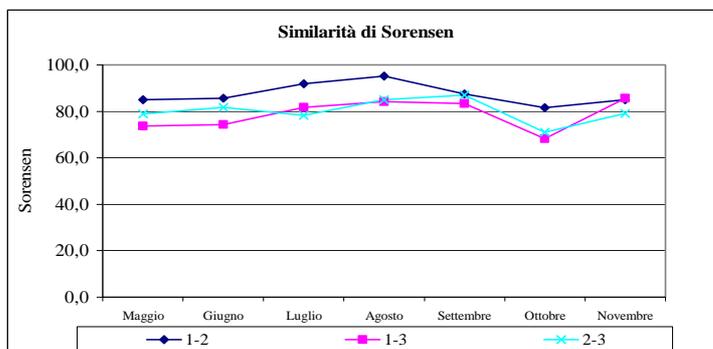




Qualche differenza emerge invece confrontando le stazioni attraverso gli indici descrittivi di comunità in cui si può osservare che se da un punto di vista quantitativo la diversità mantiene sufficientemente costanti i valori intorno ad $H' = 3$ per tutte le tre stazioni, la ricchezza invece risente da un lato della fenologia delle specie, risultando i tre andamenti significativamente simili, dall'altro i valori di ricchezza risultano essere evidentemente più bassi nella stazione 3 (Bassa Valle) denotando sicuramente fenomeni di destrutturazione ecosistemica che portano ad una diminuzione della biodiversità.

Indice di similarità di Sorensen

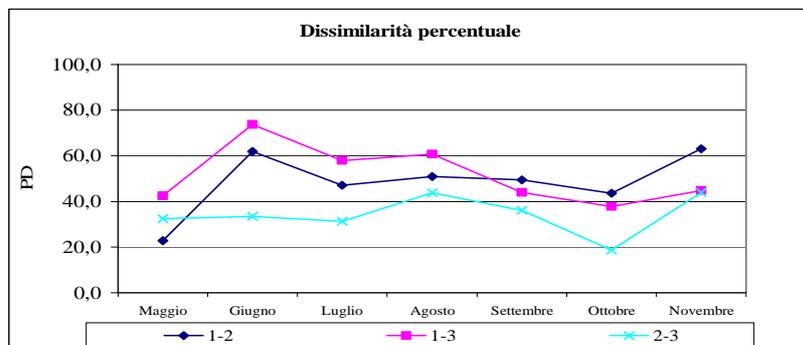
Stazioni a confronto	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	media
1-2	85,00	85,71	92,00	95,24	87,50	81,63	85,11	87,46
1-3	73,68	74,42	81,82	84,21	83,33	68,18	85,71	78,77
2-3	78,95	81,82	78,26	85,00	86,96	71,11	79,07	80,17



E' stata inoltre verificata ulteriormente la similarità faunistica tra le stazioni come mostrato nelle tabelle e grafici a fianco e successivi, per far emergere e confermare gli effetti di fattori perturbativi. Sono stati utilizzati due indici che pesano le differenze il primo in

maniera quali-quantitativa ed il secondo esclusivamente qualitativa. I risultati soprattutto quelli di carattere qualitativo, mostrano quello che già l'indice di diversità metteva in

Indice di dissimilarità percentuale								
Stazioni a confronto	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	media
1-2	22,77	61,93	47,03	50,96	49,42	43,67	63,08	48,41
1-3	42,41	73,66	57,84	60,81	43,91	37,81	44,75	51,60
2-3	32,44	33,42	31,32	43,81	36,11	18,70	43,98	34,25



evidenza: una relativa omogeneità delle biocenosi e differenze legate ad ambienti destrutturati e fortemente instabili come quelli della bassa valle. I valori sono molto variabili perché ciò che pesa in questo caso è il valore numerico dei taxa. Si passa da valori del 19% (massima somiglianza) in ottobre (St. 2-3) al massimo del 74% (St. 1-3) in giugno in cui di

manifesta la massima dissimilarità. Inoltre, si può osservare, come i valori dell'indice siano più bassi (massima somiglianza) quando esista una minore ricchezza: ciò sta ad indicare che questi ambienti sono faunisticamente molto simili nelle fasi ordinarie di vita di questi gruppi e quindi di base assumano una relativa diversificazione mentre in periodo riproduttivo questi habitat vengono colonizzati da numerose specie denotando tra l'altro una elevata potenzialità come substrato per la biodiversità.

AUTORITA' DI BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA E CONCA

ANALISI DEI PROCESSI DI FUNZIONALITA' FLUVIALE E MONITORAGGIO BIOLOGICO ATTRAVERSO COMUNITA' INDICATRICI

A. PREMESSA

B. METODI UTILIZZATI

- B1** Indici di qualità delle rive e di funzionalità fluviale
- B2** Decomposizione e ricolonizzazione di leaf bags
- B3** Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona
- B4** Ricolonizzazione del substrato inorganico

C. RISULTATI

- C1** Indici di qualità della riva
- C2** Risultati relativi all'indice di Funzionalità Fluviale
 - C.2.1** Interventi e benefici attesi
- C3** Risultati relativi alla Valenza Tampone (BSI) e Naturalistica (WSI)
- C4** Decomposizione e ricolonizzazione
 - C.4.1.** Risultati
 - C.4.2.** Sintesi
- C5** Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona
 - C.5.1.** Risultati relativi alla dimensione e composizione di NLP
- C6** Risultati relativi alla colonizzazione macrobentonica
 - C.6.1.** Sintesi
- C7** Confronto tra leaf bags e Natural leaf paks
- C8** Ricolonizzazione
 - C.8.1.** Risultati
 - C.8.2.** Sintesi

A. PREMESSA

Questa parte della ricerca ha approfondito gli aspetti legati alla funzionalità del corpo idrico nelle zone campione, valutando, con indici adeguati il comparto ripariale e la vitalità funzionale del fiume attraverso metodologie che permettono di misurare il lavoro effettuato dalle biocenosi presenti, ad esempio nella decomposizione, e quindi valutare con attenzione l'effettiva funzionalità fluviale.

B. I METODI UTILIZZATI

Metodi relativi a: Indici di qualità delle rive e di funzionalità fluviale (B1); Decomposizione e Ricolonizzazione di leaf bags (B2), Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona(B3); Ricolonizzazione del substrato inorganico(B4).

B.1. Indici di qualità delle rive e di funzionalità fluviale

Per valutare la qualità delle rive sono stati applicati i seguenti indici proposti da Braioni. et al., (1994) e Braioni e Penna (1996):

- **B.S.I.**, Buffer Strip Index che valuta la capacità delle rive di filtrare, metabolizzare e bioaccumulare i nutrienti e gli inquinanti veicolati nella massa d'acqua.
- **W.S.I.**, Wild State Index misura lo stato di naturalità delle rive e la potenzialità di queste aree a sostenere un elevato indice di biodiversità .

In campo si sono utilizzate le specifiche schede di rilevamento dello stato delle molteplici condizioni che entrambi gli indici prendono in esame, in laboratorio si sono elaborati i dati tramite il software RIVE 5.0 (Braioni et al., 2001).

Il B.S.I. è articolato in 6 Sub-Indici: A, B, C, D, E, F. Il Sub-Indice A comprende le modalità della variabile *Vegetazione arborea naturale nell'ADR*, ed è articolato in 4 classi. In questo sub-indice rientrano gli aspetti relativi alla distribuzione, profondità, ampiezza e copertura della vegetazione riparia. Il Sub-Indice B, articolato in 5 classi, riunisce le possibili combinazioni rinvenibili in tutte le tipologie fluviali delle variabili: *presenza di sostanze unificate sulla superficie della ripa e tessitura prevalente del substrato delle rive, copertura dello strato arbustivo, varietà, complessità e copertura della vegetazione non arborea e non arbustiva*. Le variabili che contribuiscono a completare la valutazione della morfologia delle rive e dell'alveo prospiciente *ampiezza, pendenza e granulometria dell'alveo, greto, costituzione delle ripe, altezza e angolo della ripa* rientrano nel sub-Indice C, articolato in 5 classi di qualità. Sulla base dei valori di qualità assegnati a questi Sub-Indici, qualsiasi area riparia rientra nelle classi di qualità del Indice B.S.I.

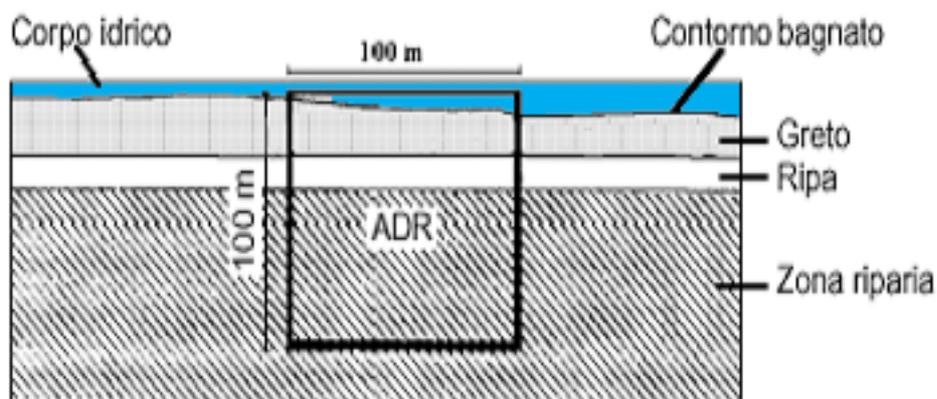
I valori degli altri Sub_Indici D, E, F sono influenti (punteggio 0) o forniscono un contributo aggiuntivo positivo (+1,+2) o negativo (-1,-2) al valore finale dell'Indice e quindi al definitivo inserimento nelle classi di qualità. Le variabili del Sub-Indice D (articolato in 5 classi), raggruppa le modalità delle variabili *anse, meandri e pozze, golene, isole fluviali*. Le ultime due, se presenti con caratteristiche di naturalità possono aumentare la potenzialità filtratampone del tratto o migliorarne la qualità aumentando fisicamente lo sviluppo

complessivo della fascia riparia e, più in generale, fornendo una maggiore superficie ad una più complessa comunità adibita ai processi autodepurativi. Di contro, la presenza di isole e golene antropizzate diminuisce la qualità dell'Indice finale. Il Sub-indice E , articolato in 4 classi, riunisce le modalità delle variabili *Coltivazioni agrarie nell'ADR* e *Irrigazione*. Nel Sub-indice F rientrano le rimanenti 8 variabili della Scheda di Rilevamento che descrivono diverse modalità degli usi antropici delle aree riparie nella fascia dei 100 m lungo il corso del fiume e si articola in 3 classi di qualità. Queste variabili, presenti nell'ADR, sono costituite da costruzioni stabili ed estese, dalla presenza di viabilità che interrompe la vegetazione favorendo il flusso canalizzato verso il fiume, dalla presenza di opere di natura idraulica di regolazione delle rive e dell'alveo quali le arginature, dalla presenza di scarichi di diversa tipologia e da derivazioni che alterano la portata. Un'altra variabile è la presenza di escavazione in alveo e nella riva e infine l'ultima variabile riunisce alcune cause che riducono la potenzialità filtro e tampone dell'area riparia non riconducibili alle variabili sopracitate.

Le variabili considerate nella valutazione del Indice W.S.I. sono state raggruppate in 8 Sub-Indici che possono essere riuniti in due gruppi. Nel primo gruppo rientrano i Sub-Indici A- E. Il Sub-Indice A, articolato in 5 classi, comprende: *il paesaggio* come indicatore, se banalizzato e tecnologico, dell'eliminazione delle infrastrutture biologiche e della ruderalizzazione dell'ambiente con la conseguente riduzione della biodiversità, *le caratteristiche fisiche dell'alveo, del greto e delle rive* che possono influenzare i siti di riproduzione per diverse specie di vertebrati, soprattutto uccelli e mammiferi. I Sub-Indici B e C, articolati in 4 classi, comprendono rispettivamente la *vegetazione arborea* e le altre componenti vegetazionali: *vegetazione arbustiva, non arborea e non arbustiva*, e *le modalità della costituzione della ripa* intensamente condizionata, quest'ultima, dalla vegetazione. Assieme costituiscono una parte preponderante nella determinazione del valore naturalistico dell'ADR. Il sub-Indice D, articolato in 3 classi, da ininfluente a leggermente positivo, o negativo se antropizzato, comprende altri caratteri legati alla morfologia del corso d'acqua *isole, meandri, pozze* che aumentano la diversità morfologica del fiume contribuendo ad accrescere il grado di naturalità del sito . Il sub-Indice E, articolato in 5 classi, riunisce le variabili legate agli aspetti agricoli *golena, coltivazioni agrarie e irrigazione* che possono risultare positivi, come i prati stabili, via via più negativi man mano che le coltivazioni intensive e specializzate necessitano di diserbanti, concimi chimici, insetticidi, pesticidi e pratiche agricole che inibiscono la biodiversità. Gli altri 3 Sub-Indici riuniscono le variabili legate alle attività antropiche che costituiscono i fattori limitanti più importanti della naturalità delle rive. In questo secondo gruppo di Sub-Indici le variabili, quasi sempre negative o debolmente positive, riguardano la viabilità, l'escavazione in alveo o sulle rive, le derivazioni, e più in generale le cause di disturbo dovute all'attività antropica e all'uso del suolo. Il Sub-indice F, articolato in 3 classi, riunisce due importanti componenti di disturbo: *presenza di costruzioni e diverse cause di disturbo* legate ad un uso improprio ed eccessivo delle aree riparie: incendi, discariche, intensa frequentazione turistica. Il Sub-indice G, articolato in 3 classi, comprende le variabili legate alla *viabilità all'interno dell'ADR e sugli argini* e alle

escavazioni. Il Sub-indice H, articolato in 4 classi, riunisce le variabili relative agli interventi artificiali diretti sul fiume: *opere di sbarramento*, di *derivazione* e di *immissione*.

Nelle schede, che sono le stesse per entrambi gli indici, le diverse variabili vengono analizzate all'interno di un'area di rilevamento di 100 x 100 m



CLASSE	W.S.I.	B.S.I.	GIUDIZIO	COLORE
I	$W.S.I. > 5$	$B.S.I. > 5$	OTTIMO	BLU
II	$2 < W.S.I. < 5$	$2 < B.S.I. < 5$	BUONO	VERDE
III	$-2 < W.S.I. < 2$	$-1 < B.S.I. < 2$	MEDIOCRE	GIALLO
IV	$-6 < W.S.I. < -2$	$-4 < B.S.I. < -1$	SCADENTE	ARANCIO
V	$W.S.I. < -6$	$B.S.I. < -4$	PESSIMO	ROSSO

E' stato inoltre utilizzato anche l'Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F.) (A.N.P.A., 2000).

Il metodo, deriva dall'indice di qualità Riparian, Channel and Environmental (RCE) proposto da Petersen (1992) e dalle successive modifiche (RCE-2) apportate da Siligardi e Maiolini (1993). Come gli altri l'indice I.F.F. prevede la compilazione, in campo, di una scheda predefinita di aspetti da prendere in considerazione ed ad ogni riscontro corrisponde uno specifico valore.

Esiste una gradualità nella sequenza delle domande: le prime quattro riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio, in cui si mettono in luce le diverse tipologie strutturali degli elementi influenzanti l'ambiente fluviale, come per esempio l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale.

Le successive due domande si riferiscono alla struttura fisica e morfologica delle rive; sono motivate dall'importanza che esse rivestono per l'ambiente fluviale e per la conservazione delle caratteristiche idrauliche.

Le domande che vanno dal numero sette al numero undici si riferiscono soprattutto alla struttura dell'alveo bagnato, attraverso l'individuazione delle tipologie collegate con la capacità di autodepurazione di un torrente. Infatti queste cinque domande sono state elaborate per facilitare la comprensione delle caratteristiche che influenzano la composizione biologica di determinati habitat e che, inoltre, possiedono la peculiarità di poter individuare nelle successioni di meandri, raschi, pozze, nella granulometria dei materiali depositati in alveo, nei tratti di deposito ed erosione, elementi caratterizzanti la morfologia statica e dinamica dell'ecosistema fluviale.

Le ultime tre domande si riferiscono alle caratteristiche biologiche come la struttura delle popolazioni di piante acquatiche e macrobenthos e alla conformazione del detrito, in quanto considerato input energetico che può condizionare la strutturazione dei viventi, agendo sulla catena trofica dell'ecosistema.

La compilazione della scheda termina con il calcolo della somma dei punteggi corrispondenti alle risposte individuate, e quindi con la definizione di un punteggio complessivo che può variare da minimo di 14 ad un massimo di 300. Il punteggio finale è stato tradotto in cinque livelli di funzionalità, dal primo che indica la situazione migliore al quinto che indica la peggiore; sono evidenziate inoltre le possibili situazioni intermedie che garantiscono un passaggio da una classe alla successiva in modo graduale e non immediato, cosicché si tampona anche eventuali incertezze dell'operatore riguardo alle risposte.

Ad ogni livello è stato poi associato un colore ai fini di una illustrazione cartografica ed una più agile lettura, mentre per i livelli intermedi si consiglia di usare una grafica a due colori posti alternati. Tale traduzione è riportata nella seguente tabella:

LIVELLO	PUNTEGGIO	GIUDIZIO	COLORE
I	261 - 300	ottimo	blu
I-II	251 - 260	ottimo-buono	blu-verde
II	201-250	buono	verde
II-III	181 - 200	buono-mediocre	verde-giallo
III	121 - 180	mediocre	giallo
III-IV	101 - 120	mediocre-scadente	giallo-arancio
IV	61 - 100	scadente	arancio
IV-V	51 - 60	scadente-pessimo	arancio-rosso
V	14 - 50	pessimo	rosso

B. 2. Decomposizione e ricolonizzazione di leaf bags

Metodi di studio della decomposizione fogliare

Lo studio relativo alla decomposizione delle foglie in ambiente acquatico è generalmente affrontato attraverso l'impiego di due diverse metodiche.

La tecnica delle *mesh-bags* consiste nel racchiudere le foglie all'interno di reti a maglie più o meno fitte. Le *mesh-bags* così ottenute vengono opportunamente ancorate ai siti di studio. Questa metodica ha origine da studi sulla degradazione svolti in ambiente terrestre (Bocock

and Gilbert, 1957; Shouk and Olson, 1961) ed è la prima ad essere stata utilizzata per ricerche svolte in ambiente acquatico.

Applicando la tecnica dei *leaf-packs* le foglie vengono invece fissate tra di loro per mezzo di graffette di plastica e quindi zavorrate a mattoni o sassi con l'uso di elastici oppure fissate a delle corde poste in direzione della corrente. Questa tecnica è stata introdotta da Petersen e Cummins (1974).

La principale differenza tra le due metodiche consiste nella presenza od assenza di una barriera fisica tra il materiale fogliare e l'ambiente esterno. Sono state condotte alcune ricerche con lo scopo di confrontare i due approcci in termini di velocità di decomposizione e colonizzazione dei macroinvertebrati (Cummins, 1973; Rau, 1978; Yates and Day, 1983). Da questi studi è risultato che la degradazione delle foglie poste nelle mesh-bags avviene generalmente in tempi più lunghi rispetto a quelli riscontrati per i leaf-packs. Questa discrepanza sarebbe giustificata dal fatto che nelle mesh-bags le foglie situate più all'interno soffrirebbero di condizioni anossiche con conseguente rallentamento dell'attività microbica (Cummins, 1973; Cummins et al., 1974; Rau, 1978). Tale fenomeno non si verificava, se non in situazioni estreme (ad es. velocità della corrente troppo bassa) nei leaf-packs, nei quali l'assenza di qualsiasi barriera fisica permetterebbe una libera circolazione dell'acqua, e quindi dell'ossigeno disciolto, tra le foglie. Un'altra possibile giustificazione ai risultati ottenuti dal confronto tra mesh-bags e leaf-packs, è rappresentata dal fatto che la rete presente nei primi potrebbe costituire un ostacolo fisico all'accesso dei macroinvertebrati, i quali naturalmente influenzano la velocità di decomposizione.

Sono stati effettuati diversi lavori utilizzando mesh-bags con reti a dimensione diversa, con lo scopo di valutare l'influenza che la grandezza delle maglie esercita sulla velocità di decomposizione fogliare e sulla colonizzazione del macrobenthos (Iversen, 1975; Benfield et al., 1979; Danell and Anderson, 1982; Barlocher and Schweizer, 1983; Mutch and Davies, 1984; Brock et al., 1985). I risultati di queste ricerche riportano la generale maggiore velocità di decomposizione per le foglie che sono poste in mesh-bags con maglia di dimensioni più larghe. Relativamente alla componente macrobentonica, in esse è stato riscontrato anche un maggior numero di individui rispetto alle mesh-bags con maglie a dimensioni piccole.

I leaf-packs sarebbero quindi più adatti a simulare il naturale processo di accumulo delle foglie nei corsi d'acqua, perché non limitano né l'accesso dei macroinvertebrati né generalmente la libera circolazione dell'acqua e quindi dell'ossigeno disciolto in essa. L'attuale scelta da parte di alcuni Autori di utilizzare ancora le mesh-bags è giustificata dal fatto che i leaf-packs, non avendo alcuna barriera per trattenere le foglie, spesso perdono dei frammenti del materiale fogliare che in fase di elaborazione dei dati verranno considerati alla stregua del materiale degradato. A questa scelta tuttavia è possibile obiettare che queste perdite di frammenti fanno parte dell'insieme dei processi abiotici e biotici di degradazione a cui le foglie sono soggette anche nell'ambiente naturale (Petersen and Cummins, 1974).

Metodo utilizzato per la deposizione e la raccolta

A Ponte Baffoni sono state raccolte foglie di Ontano (*Alnus glutinosa*) da alberi ripari. Una volta essiccate, le foglie sono servite per la preparazione di 105 leaf bags dal peso di 5 ± 0.1 g

peso secco ognuno. Per la composizione dei sacchetti, con dimensioni di circa 25 x 30 cm, è stata utilizzata una rete con maglia di 1 cm.

Il 9/10/2001 sono stati deposti 35 leaf bags nelle sezioni di Molino di Bascio (Staz. 1), Ponte Baffoni (Staz. 2) e San Martino dei Mulini (Staz. 3).

I sacchetti deposti sono stati raccolti, 5 alla volta, in tempi successivi e, dopo aver estratto gli invertebrati colonizzatori e rifatte essiccare, sono stati misurati i pesi secchi rimanenti.

La temperatura delle acque nei quali i leaf bags hanno soggiornato, è stata rilevata una volta a settimana, mediante termometri di massima e di minima.

La raccolta dei leaf bags è avvenuta in campionamenti successivi, ciascuno consistente in 5 pseudorepliche, raccolti in ogni stazione di campionamento. I primi 5 leaf bags sono stati raccolti dopo 24 ore dalla deposizione, per la determinazione della perdita in peso, dovuta al dilavamento delle componenti solubili. Le date di raccolta con i relativi giorni di permanenza nel Fiume Marecchia ed i gradi giorno (gg) accumulati sono, per ciascun tratto i seguenti:

		11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
n giorni		2	11	20	33	49	58	70
Molino di Bascio	gg	0	218	361	535	642	715	745
Ponte Baffoni	gg	0	232	397	585	704	740	-
San Martino dei Mulini	gg	0	259	457	602	677	756	789

Ogni leaf bag raccolto è stato inserito in un sacchetto di polietilene e quindi portato in laboratorio in condizioni di refrigerazione.

Metodi di laboratorio

Al rientro da ciascuna uscita il campione di foglie è stato versato in bacinelle a fondo chiaro. Le foglie sono state risciacquate per allontanare i frammenti di detrito ed i macroinvertebrati. Per il lavaggio delle foglie e la raccolta di macroinvertebrati è stato utilizzato un setaccio con maglie di 300 µm. Gli invertebrati bentonici presenti nei singoli leaf bags sono stati catturati e fissati in alcool 70%.

Le foglie sono state essiccate in stufa a 40°C per 24 ore, e successivamente pesate mediante bilancia analitica (± 0.1 g).

Il riconoscimento tassonomico dei macroinvertebrati è stato eseguito fino al limite stabilito per il calcolo dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E., Ghetti, 1997) con un'unica eccezione che riguarda la separazione dei Tanypodinae dagli altri Chironomidae.

La classificazione degli organismi è stata compiuta avvalendosi delle chiavi tassonomiche di Tachet et al. (1980), delle Guide del CNR (1977-1986), del manuale specifico dei macroinvertebrati presenti nelle acque dolci italiane di Campaioli et al. (1994 e 1999).

Ad ogni taxon è stato associato il più probabile livello trofico funzionale, distinguendo 5 gruppi trofici: raccoglitori, filtratori, raschiatori, trituratori e predatori seguendo le indicazioni fornite da Merritt e Cummins (1984).

E' stata misurata la lunghezza del corpo (in mm) di ciascun organismo, mediante un micrometro oculare, la quale in seguito è stata utilizzata per il calcolo della biomassa (espressa in mg Peso Secco), avvalendosi delle correlazioni lunghezza/peso proposte nei lavori di Meyer (1989), Smock (1980) e Johnston & Cunjak (1999).

La biomassa totale della comunità colonizzatrice è stata calcolata sommando le biomasse dei singoli gruppi funzionali.

Metodi di calcolo

La velocità media di decomposizione delle foglie è stata misurata utilizzando il modello esponenziale negativo con i limiti fiduciali al 95%, proposto originariamente da Olson (1963) e successivamente ampliato da Petersen e Cummins (1974), in cui:

$$W_d = W_0 e^{-kd}$$

Operando una trasformazione in forma lineare si ottiene:

$$\ln W_d = \ln W_0 - kd$$

Dove:

- **W₀** è la percentuale del peso rimanente, rispetto al peso iniziale, delle foglie prelevate dopo 24-48 ore (tempo di dilavamento).
- **W_d** è la percentuale del peso rimanente delle foglie rispetto a W₀, dopo un intervallo di tempo *d* (in giorni).
- **K** è il tasso di decomposizione giornaliero (espresso in d^{-1}).

Il coefficiente **k** così calcolato riassume complessivamente la cinetica del fenomeno di decomposizione. Esso rappresenta una costante statistica e non biologica in quanto la velocità di decomposizione non è costante nel tempo. Ciò significa che, benché tale modello descriva piuttosto fedelmente l'andamento della decomposizione, esso può non rispecchiare l'influenza che alcune variabili ambientali, non costanti nel tempo hanno sulla velocità del processo.

La regressione lineare è stata applicata sia ponendo come variabile indipendente il tempo in giorni, sia utilizzando i gradi-giorno. In quest'ultimo modo, infatti, la variabile temperatura dovrebbe essere inclusa nel modello di decomposizione e, dopo l'aggiunta dei gradi-giorno, ogni differenza nella velocità di decomposizione è probabilmente dovuta ad altri fattori oltre la temperatura (Rowe *et al.*, 1996).

Elaborazione dei risultati

La comunità di invertebrati bentonici colonizzatrice è giudicabile sinteticamente con il seguente criterio già utilizzato per il F. Adige (Braioni et al, 2002; Braioni e Salmoiraghi, 2001).

La procedura adottata per leggere e trasferire i risultati in una sintetica scala di valutazione quantitativa è la stessa usata per l'analisi della fauna bentonica (cap. 2) e prevede cinque classi di qualità assegnate alle specifiche analisi condotte:

Classe di qualità (C.Q.)	Varietà (n.taxa)	Densità (n/m ²)	% Densità EPT taxa (n/m ²)	Biomassa (mg/m ²)	Gruppi Trofici-Funzionali Biomassa
I	>12	> 10.000	> 51	> 2.000	g.d. < 60% and 5 g.p.
II	10-11	5.000 - 9.999	41 - 50	1.000 - 1.999	g.d. 61 - 70% and 5 g.p.
III	8-9	1.000 - 4.999	21 - 40	500 - 999	g.d. 71 - 80% and 5 g.p.
IV	5-7	500 - 999	10 - 20	100 - 499	g.d. 80 - 89% and/or 4 g.p.
V	<5	< 499	< 10	< 100	g.d. > 90% and/or 3 g.p.

C.Q.	Diversità (H')	Omogeneità (H max)	J (H'/Hmax)	Ricchezza (D)
I	$4 \geq H' \leq 5$	$4 \geq H \max \leq 5$	$0.8 \geq J \leq 1$	$4 \geq D \leq 5$
II	$3 \geq H' < 4$	$3 \geq H \max < 4$		$3 \geq H' < 4$
III	$2 \geq H' < 3$	$2 \geq H \max < 3$	$0.6 \geq J < 0.8$	$2 \geq H' < 3$
IV	$1 \geq H' < 2$	$1 \geq H \max < 2$		$1 \geq H' < 2$
V	$H' < 1$	$H \max < 1$	$J < 0.6$	$H' < 1$

E la sintesi complessiva si è attuata seguendo il seguente punteggio:

C.Q.	Punteggio totale	Giudizio sintetico di qualità	Andamento temporale del processo
I	37 - 45	Eccellente	A = corrisponde all'aspettativa
II	28 - 36	Buono	
III	19 - 27	Medio	B = diverso dall'aspettativa
IV	10 - 18	Scarso	
V	9	Pessimo	C = molto diverso dall'aspettativa

B.3. Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona

La comunità di macroinvertebrati acquatici, che colonizza il CPOM di origine terrestre, è stata studiata al fine di determinarne la composizione tassonomica e la suddivisione in gruppi trofico-funzionali. Tali informazioni associate all'approfondita conoscenza della

composizione della lettiera in alveo permettono di evidenziare le relazioni esistenti tra input di CPOM ed il suo utilizzo da parte delle comunità macrozoobentoniche.

Per la raccolta dei macroinvertebrati ci si è avvalsi sia dei pacchetti naturali di foglie (NLP).

Con questo termine si indicano i pacchetti di foglie che si accumulano in modo naturale in alveo.

Gli NLP sono stati cercati a Molino di Bascio (Stazione 1), Ponte Baffoni (Stazione 2) e San Martino dei Mulini (Stazione 3) alle seguenti date:

27-sett-01; 9-ott-01; 11-ott-01; 20-ott-01; 29-ott-01; 11-nov-01; 27-nov-01; 6-dic-01; 18-dic-01; 12-mar-02; 27-mar-02; 10-apr-02; 22-apr-02; 25-apr-02; 20-mag-02; 31-lug-02

ma in solo due (27-nov-01; 6-dic-01) di tutte queste date e in solo due dei tre tratti esaminati (Stazioni 1 e 2) sono stati trovati i pacchetti di foglie che si accumulano naturalmente.

Per la raccolta degli NLP si è proceduto da valle verso monte, in modo da impedire che la turbolenza e torbidità dell'acqua, provocati inevitabilmente durante i prelievi, potessero disturbare ed alterare in qualche modo la comunità macrobentonica nei pacchetti localizzati immediatamente a valle. I pacchetti sono stati rimossi manualmente e la dimensione di ciascun NLP è stata definita come il quantitativo di foglie che può essere contenuto tra due mani unite. Ciascun pacchetto è stato poi posto in un sacchetto di plastica e trasportato al laboratorio.

In laboratorio le foglie sono state risciacquate, separate dai macroinvertebrati, e quindi suddivise in base al genere di appartenenza, essiccate in stufa a 105 °C per 24 ore e poi pesate mediante bilancia analitica (± 0.1 g)..

I macroinvertebrati sono stati conservati in alcool 70% e poi classificati sino al genere, per quanto riguarda gli ordini di Ephemeroptera e Plecoptera, e sino alla famiglia per quanto riguarda i Trichoptera, i Diptera (fa eccezione la famiglia dei Chironomidae tra i quali è stata riconosciuta la sottofamiglia dei Tanypodinae), i Coleoptera ed Oligochaeta. La classificazione è stata effettuata attraverso l'uso di chiavi tassonomiche (Tachet *et al.*, 1980 – Sansoni, 1988 – Guide del C.N.R., 1980-1981-1982-1983; Campaioli *et al.*, 1994 e 1999) e di un microscopio binoculare Heerbrug Wild M3Z. Ad ogni taxon è stato associato il più probabile livello trofico funzionale, distinguendo 5 gruppi trofici: raccoglitori, filtratori, raschiatori, trituratori e predatori seguendo le indicazioni fornite da Merritt e Cummins (1984).

E' stata misurata la lunghezza del corpo (in mm) di ciascun organismo, mediante un micrometro oculare, la quale in seguito è stata utilizzata per il calcolo della biomassa (espressa in mg), avvalendosi delle correlazioni lunghezza/peso proposte nei lavori di Meyer (1989), Smock (1980) e Johnston & Cunjak (1999).

Metodi di calcolo

Dalla ripartizione ponderale del peso complessivo dei NLP si è calcolata la partecipazione, in percentuale, delle diverse specie arboree alla composizione dei singoli natural leaf packs.

Le densità e le biomasse del macrozoobentos sono state calcolate sia in rapporto al singolo NLP sia in relazione al peso secco dei NLP.

La specifica densità e biomassa degli invertebrati bentonici e dei cinque gruppi trofici funzionali, che colonizzano i NLP, sono state rapportate all'abbondanza relativa delle singole essenze vegetali rilevate.

Si è calcolata la misura della diversità, all'interno della comunità di macroinvertebrati colonizzatori, secondo la funzione H' di Shannon e Weaver (1963), scomposta nei corrispondenti indici di ricchezza (H_{max}) e di omogeneità (J) (Krebs, 1989) e si è calcolato l'indice di ricchezza in specie (D) di Margalef (1958).

B. 4. Ricolonizzazione del substrato inorganico

Il processo di ricolonizzazione da parte degli invertebrati bentonici è stato analizzato in dettaglio mediante la deposizione di substrati artificiali.

A Molino di Bascio (Stazione 1), Ponte Baffoni (Stazione 2) e San Martino dei Mulini (Stazione 3) sono state deposte, per singola stazione, 25 cassette di plastica di colore verde o grigio con dimensioni: larghezza: 27 cm; lunghezza: 37 cm; profondità: 11 cm.

Nelle cassette è stato riposto il materiale inerte presente nel alveo asciutto delle specifiche stazioni. Si tratta di un substrato costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaia di diversa granulometria e si singoli elementi sono stati ripuliti da eventuali patine algali o perfitiche.

La deposizione dei substrati artificiali e la successiva raccolta di 3-5 pseudorepliche (cassette), dilazionata nel tempo, è avvenuta alle seguenti date.

Molino di Bascio	9-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	
giorni	deposizion e	11	20	33	49	
Ponte Baffoni	9-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	27-nov-01		
giorni	deposizion e	11	20	49		
Ponte Baffoni bis	27-mar-02	10-apr-02	25-apr-02	20-mag-02		
giorni	15	29	44	69		
San Martino dei Mulini	12-mar-02	27-mar-02	10-apr-02	22-apr-02	9-mag-02	20-mag-02
giorni	deposizion e	15	29	41	58	69

Il recupero degli organismi dai substrati è avvenuto con l'aiuto del retino immanicato con rete a maglia di 375 μm . I materiali deposti e colonizzati sono stati lavati con delicatezza all'interno della bocca del retino, dopo aver posizionato lo stesso retino in controcorrente in prossimità della cassetta, per evitare la perdita di organismi. Gli organismi presenti nella sabbia e ghiaia fine depositatasi nel periodo di "incubazione" nel fiume Marecchia sono stati recuperati filtrando il resto del materiale nel retino. Il campione contenente gli organismi, raccolto nel bicchierino avvitato alla fine dello strascico della rete, è stato versato in sacchetti

di plastica etichettati. Il trasporto dei campioni in laboratorio è avvenuto all'interno di contenitori frigo portatili a bassa temperatura per la presenza di pani di ghiaccio, al fine di mantenere vivi gli organismi.

Le procedure di laboratorio per raccogliere tutti gli organismi colonizzatori, per classificare i macroinvertebrati e per misurarne la lunghezza corporea sono identiche a quelle adottate per la decomposizione e colonizzazione dei leaf bags (B2).

Anche le procedure di calcolo degli indici di diversità e di trasformazione delle lunghezze corporee in biomassa sono identiche a quelle adottate nelle altre linee di ricerca intraprese.

I risultati sono stati espressi in densità (numero di organismi) e biomassa (peso secco) per singola cassetta e per metro quadrato di superficie mediante la trasformazione delle dimensioni delle singole cassette ($1\text{m}^2/(27*37)\text{cm}^2= 10.01$).

Le elaborazioni complessive di sintesi sono identiche a quelle usate per le indagini relative alla quantità della fauna bentonica e ai processi di colonizzazione del materiale organico (leaf bags).

C. RISULTATI

C1. Indici di Qualità delle Rive e di Funzionalità Fluviale

la fascia riparia è un sistema ecologico molto complesso, poiché è responsabile dell'interazione e del mantenimento dell'equilibrio tra ambiente fluviale ed ambiente terrestre (Naiman e Decamps, 1990).

la vegetazione riparia presenta una certa variabilità, sia in senso longitudinale sia laterale. tale varietà si sviluppa in relazione a parametri naturali quali: l'altitudine, il clima, le caratteristiche idrologiche del fiume ed il contesto geomorfologico e pedologico in cui si estende la vegetazione. rilevanti anche, ma non sempre presenti, sono le influenze di natura antropica, come interventi di deforestazione ed artificializzazione e presenza di specie esotiche. il gradiente laterale si prospetta come un continuum di comunità vegetali, caratterizzate dalla diversa capacità e necessità di sviluppare adattamenti agli ambienti umidi, sia da un punto di vista morfologico che fisiologico (Malanson, 1993 - Naiman e Decamps, 1997).

gli ecotoni ripari svolgono numerose funzioni:

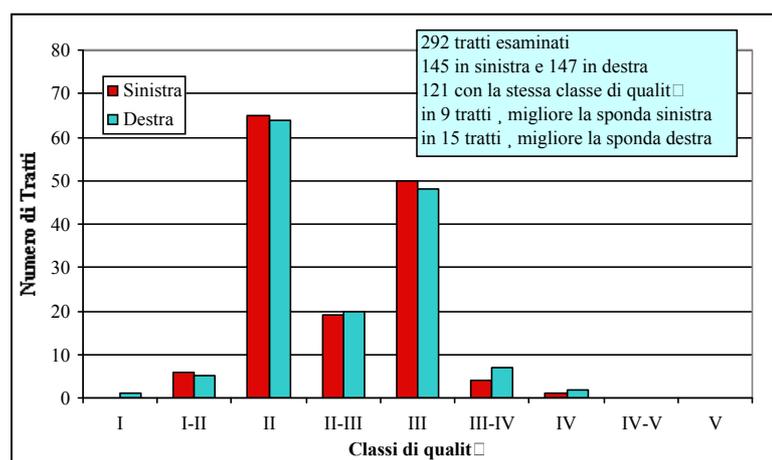
- migliorano la qualità dell'aria: le fasce riparie boscate, o più in generale le zone ad alta densità arborea, sono molto importanti nell'ambito del ciclo naturale della CO_2 .
- migliorano esteticamente la qualità del paesaggio ed offrono opportunità ricreative e didattiche
- migliorano la qualità delle acque superficiali (effetto tampone): attraverso la ritenzione e la rimozione di percentuali molto elevate di inquinanti provenienti da fonti diffuse (soprattutto di origine agricola).
- stabilizzano le sponde: attraverso un generale consolidamento del suolo e delle scarpate, operato dagli apparati radicali, la vegetazione riparia contribuisce al controllo dei fenomeni erosivi che interessano i corsi d'acqua (Hupps, 1992 – Osborne & Kovacic, 1993).

- esplicitano una funzione di ombreggiamento: la riduzione dell'energia solare influisce principalmente sulla fotosintesi, l'evapotraspirazione e la temperatura. in particolare nei piccoli corsi idrici e canali le chiome degli alberi ripari proteggono l'acqua, specialmente d'estate, da un eccessivo riscaldamento, con conseguente diminuzione dell'ossigeno disciolto (Burton & Likens, 1973; Feller, 1981).
- costituiscono importanti corridoi ecologici: l'ecologia del paesaggio ha messo in evidenza come il degrado della natura non derivi solo da una riduzione quantitativa delle aree naturali, ma anche dalla loro frammentazione in "isole" di ridotta estensione, non collegate tra loro ed immerse in una matrice territoriale più o meno fortemente artificializzata ed ostile agli spostamenti delle specie.
- incrementano la diversità dell'alveo fluviale: le radici che si trovano all'interno dell'alveo fluviale ne aumentano la sinuosità, creando meandri a bassa velocità di corrente. queste aree fungono sia da riparo per le comunità biotiche, soprattutto avannotti, che da aree ad elevata capacità di ritenzione (Speaker *et al.*, 1984).
- apportano detrito legnoso di grosse dimensioni (lwd) in alveo: gli alberi ad alto fusto sono indispensabili alla conservazione dinamica dell'ecosistema fluviale in quanto, cadendo in alveo, esplicano un'azione morfogenetica molto rilevante (l'ostacolo locale alla corrente induce deviazioni del tracciato e diversifica il substrato) ed autocatalitica (favorisce l'abbattimento di altri alberi).

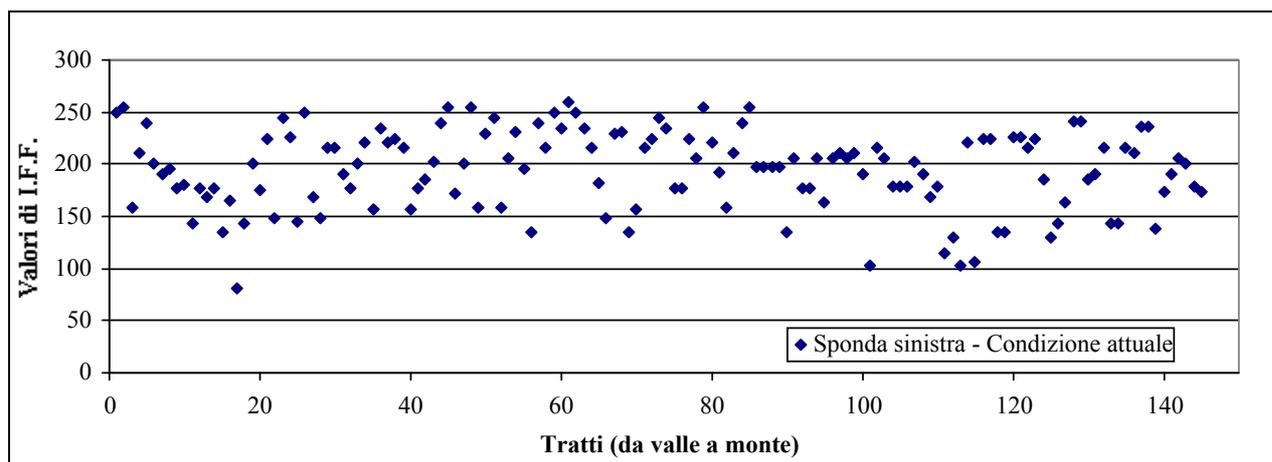
C.2. Risultati relativi all'Indice di Funzionalità Fluviale

Sono 145 in sponda sinistra e 147 sulla riva destra le aree prese in esame sul F. Marecchia con l'Indice di Funzionalità Fluviale. I risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

La condizione funzionale delle due sponde può essere sinteticamente riassunta con il seguente istogramma:



Se si analizzano separatamente le condizioni complessive delle aree riparie si appura che in sponda sinistra, da valle a monte, si susseguono i seguenti valori complessivi:



E quindi appare evidente che la funzionalità è molto frammentata con tratti di bassa o medio-bassa valenza alternati a buone-discrete condizioni.

Gli aspetti che producono le condizioni più critiche, calcolate dal rapporto fra il punteggio attribuito nel corso del rilevamento e quello massimo pre definito dal modello di valutazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale, incidono nel seguente numero di tratti:

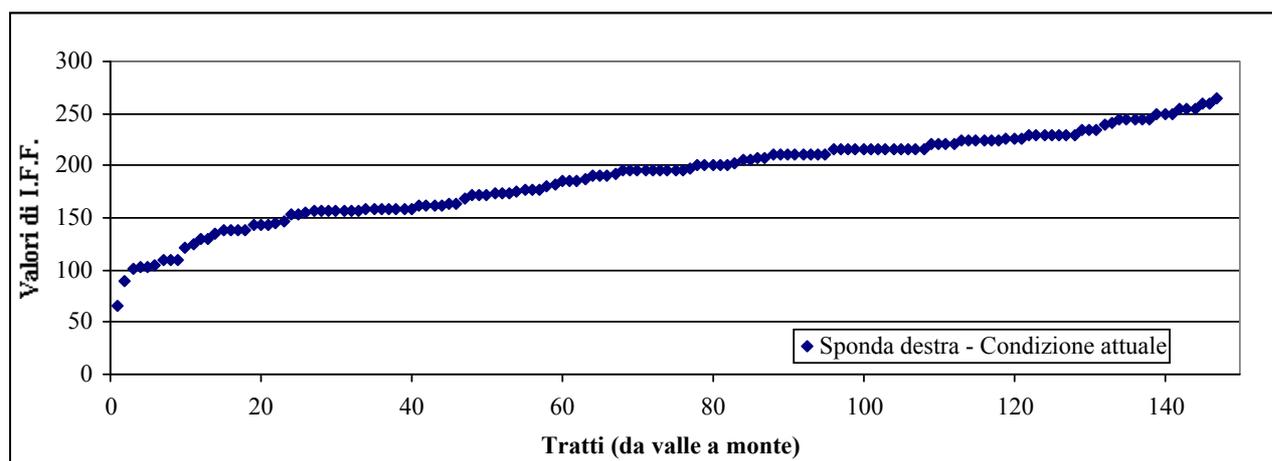
TEMATICA	TRATT I	%
RASCHI, POZZE E MEANDRI	32	22.1
VEGETAZIONE PRESENTE NELLA FASCIA PERIFLUVIALE PRIMARIA	26	17.9
AMPIEZZA DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE PERIFLUVIALE	18	12.4
STRUTTURE DI RITENZIONE DEGLI APPORTI TROFICI	18	12.4
EROSIONE DELLE RIVE	13	9.0
STATO DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE	9	6.2
FONDO DELL'ALVEO DEGLI AMBIENTI A DECORSO TURBOLENTO	9	6.2
CONTINUITÀ DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE PERIFLUVIALE	7	4.8
VEGETAZIONE IN ALVEO BAGNATO IN ACQUE A FLUSSO TURBOLENTO	4	2.8
CONDIZIONI IDRICHE DELL'ALVEO	3	2.1
CONFORMAZIONE DELLE RIVE	3	2.1
COMUNITÀ MACROBENTONICA	3	2.1

La condizione dell'alveo, eccessivamente rettificato con la carenza di una congrua alternanza di raschi, pozze e meandri è l'aspetto che assume in 32 delle 145 zone esaminate il fattore di maggiore decremento funzionale. Sempre a carico dell'alveo si sono evidenziate le situazioni negative indotte dalla mancanza di strutture di ritenzione degli apporti trofici (12,4 % incidenza) e dal fondo dell'alveo eccessivamente monotono (6,2 % incidenza). Quindi

complessivamente le carenze strutturali dell'alveo incidono su 59 tratti pari al 41% di quelli analizzati.

Le fasce riparie comprensive della consistenza, ampiezza e continuità della vegetazione perifluviale, oltre all'erosione e alla conformazione strutturale hanno un'incidenza negativa complessiva su 67 tratti pari al 46,2% delle aree esaminate.

In sponda destra la valenza funzionale è molto diversa da quella misurata sulla riva opposta, infatti appare strettamente legata alla quota dei tratti esaminati:



Si nota una continuità longitudinale molto coerente con la progressiva antropizzazione del territorio ed valori più bassi dell'Indice I.F.F. si sono rilevati nei tratti più vallivi. Sono rispettivamente 9 i tratti con un I.F.F. inferiore alla III –IV classe (“mediocre-scadente”) e 57 quelli inferiori alla III classe di qualità, corrispondente alla condizione definibile “mediocre”. Anche in questo caso si sono evidenziati gli aspetti che producono le condizioni più critiche nei diversi tratti:

TEMATICA	TRATT I	%
RASCHI, POZZE E MEANDRI	33	22.4
VEGETAZIONE PRESENTE NELLA FASCIA PERIFLUVIALE PRIMARIA	23	15.6
STRUTTURE DI RITENZIONE DEGLI APPORTI TROFICI	18	12.2
AMPIEZZA DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE PERIFLUVIALE	12	8.2
STATO DEL TERRITORIO CIRCOSTANTE	11	7.5
EROSIONE DELLE RIVE	11	7.5
FONDO DELL'ALVEO DEGLI AMBIENTI A DECORSO TURBOLENTO	10	6.8
COMUNITÀ MACROBENTONICA	7	4.8
CONTINUITÀ DELLA FASCIA DI VEGETAZIONE PERIFLUVIALE	7	4.8
CONDIZIONI IDRICHE DELL'ALVEO	5	3.4
CONFORMAZIONE DELLE RIVE	5	3.4

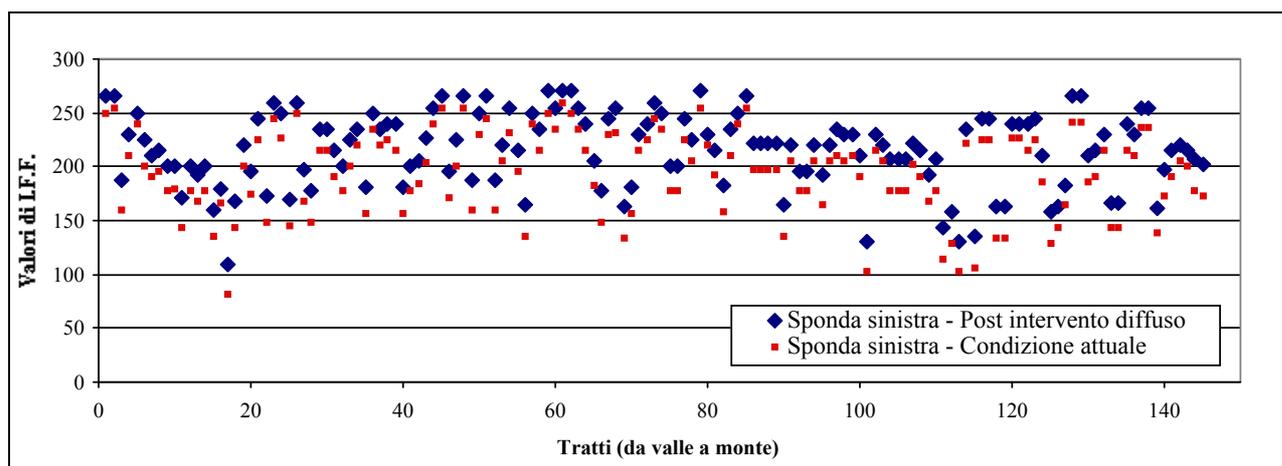
VEGETAZIONE IN ALVEO BAGNATO IN ACQUE A FLUSSO TURBOLENTO	5	3.4
---	---	-----

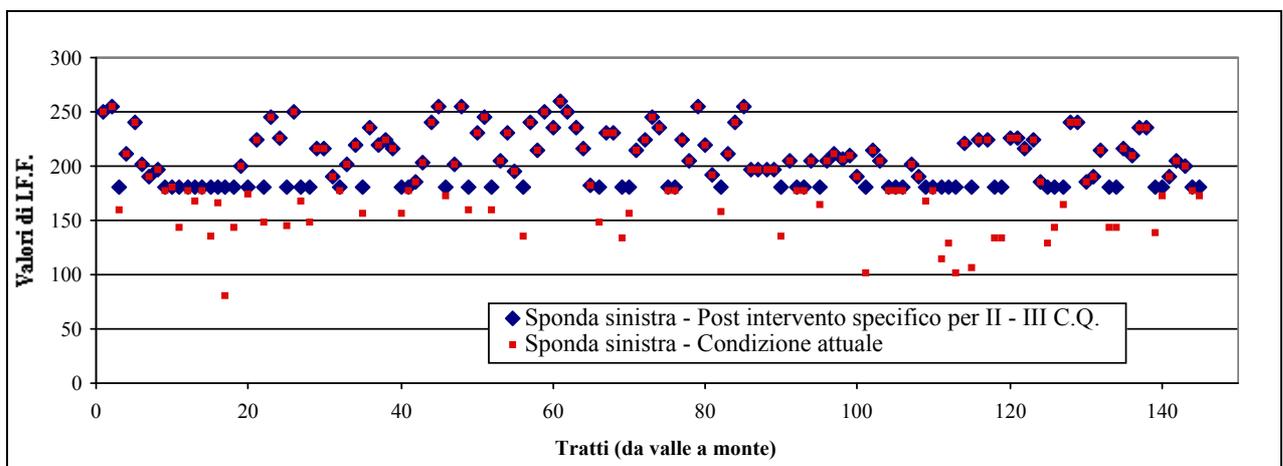
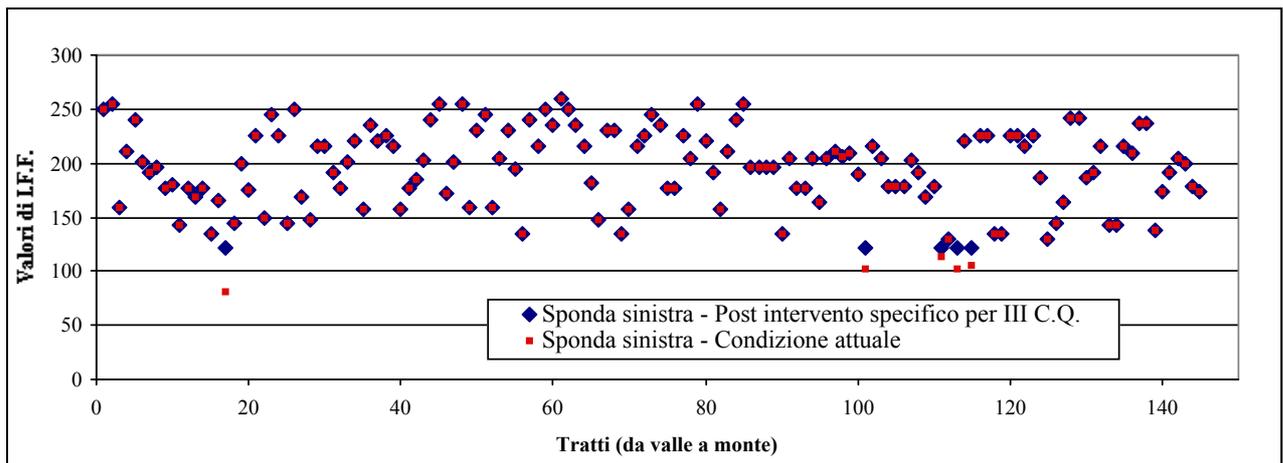
La conformazione dell'alveo è determinante in 61 tratti (41.5%) mentre la vegetazione, la conformazione e l'erosione delle rive incidono in modo prioritario in 58 casi dei 147 indagati (39.5%).

C.2.1. Interventi e benefici attesi

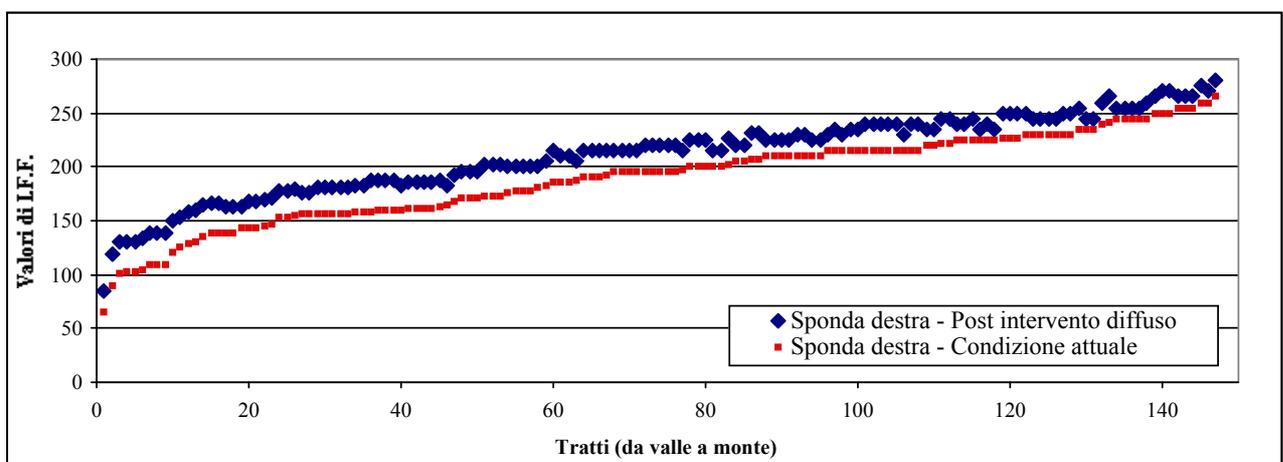
L'analisi dell'attuale funzionalità fluviale oltre a descrivere in dettaglio la situazione in essere, serve a capire quali interventi migliorano i diversi tratti e, una volta attuati, quale sarà il risultato atteso. Sono stati, per questo scopo, realizzati tre diversi scenari e precisamente:
 interventi diffusi per rimuovere il fattore critico principale di ciascun tratto;
 interventi puntiformi finalizzati ad ottenere almeno la III Classe di Funzionalità ("mediocre");
 interventi puntiformi finalizzati ad ottenere almeno la II-III C.F. ("buono-mediocre").

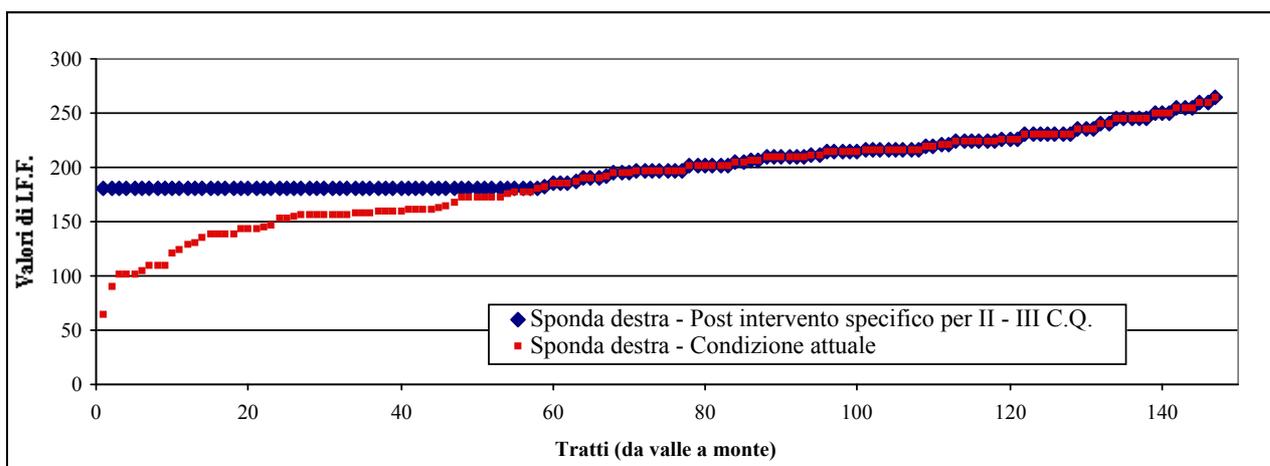
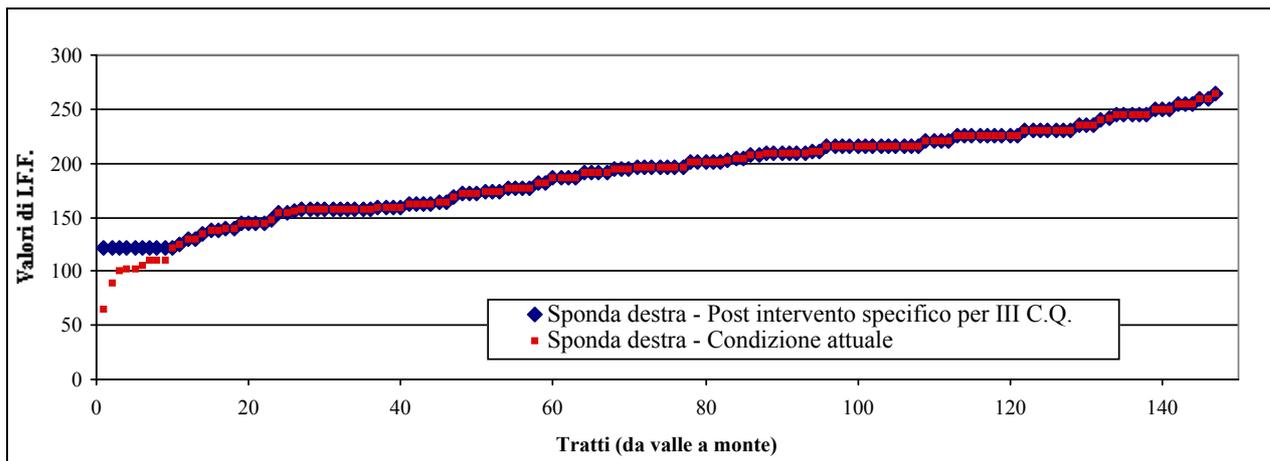
Con il primo scenario, quello distribuito a pioggia su tutto il profilo longitudinale della sponda sinistra del F. Marecchia, si andrebbe a rimuovere in ogni tratto il fattore di maggiore criticità (Tabelle 44 e 45). Con il secondo scenario l'intervento si limita a trasformare in una condizione "mediocre" (III C.F.) i cinque tratti che hanno attualmente una valenza inferiore. Sono 54 i tratti nei quali è necessario rimuovere i fattori di maggiore criticità per avere, con il terzo scenario, un giudizio di funzionalità almeno intermedia fra "buono-mediocere" (II-III C.F.) in tutti i tratti esaminati;
 In riva sinistra, a seconda delle tre ipotesi, si verranno a realizzare le situazioni rappresentate dalle seguenti figure:





Per la riva destra, i tre scenari di possibile intervento migliorativo volto a rimuovere i fattori di criticità, portano alle seguenti rappresentazioni:

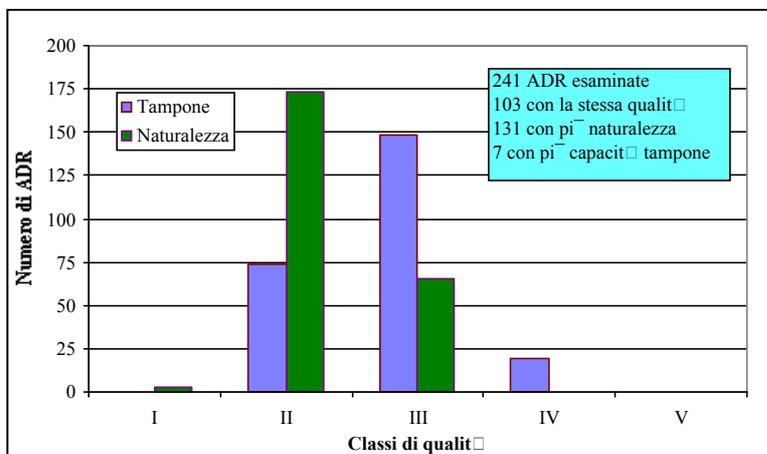




C.3. Risultati relativi alla Valenza Tampone (B.S.I.) e Naturalistica (W.S.I.)

Sono 241 le ADR (aree di rilevamento 100*100 m) prese in esame sul F. Marecchia con gli Indici B.S.I. E W.S.I.). I risultati dell'Indice B.S.I. sono riportati nelle tabelle 46 e 47 mentre quelli dell'Indice W.S.I. nelle tabelle 48 e 49. L'identificazione grafica delle rispettive classi di qualità è indicata nelle mappe delle figure 18 (B.S.I.) e 19 (W.S.I.).

La situazione complessiva delle riassumibile nel seguente grafico.



Per quanto riguarda la sponda sinistra, su 122 ADR analizzate si ha la seguente ripartizione qualitativa per i due indici impiegati:

	BSI Sx	WSI Sx
I	0	3
II	44	95
III	71	24
IV	7	0
V	0	0

Quindi, a parità di condizioni strutturali, la valenza naturalistica è decisamente superiore alla funzione tampone.

Anche nelle 119 ADR della sponda destra del F. Marecchia la valenza naturalistica è superiore a quella tampone:

	BSI Dx	WSI Dx
I	0	0
II	30	78
III	77	41
IV	12	0
V	0	0

Dal confronto delle classi di qualità complessive con quelle ottenute per i singoli sub Indici si ottiene una visione comparativa molto utile a comprendere gli aspetti positivi (quelli che apportano un beneficio alla valutazione globale) e quelli negativi.

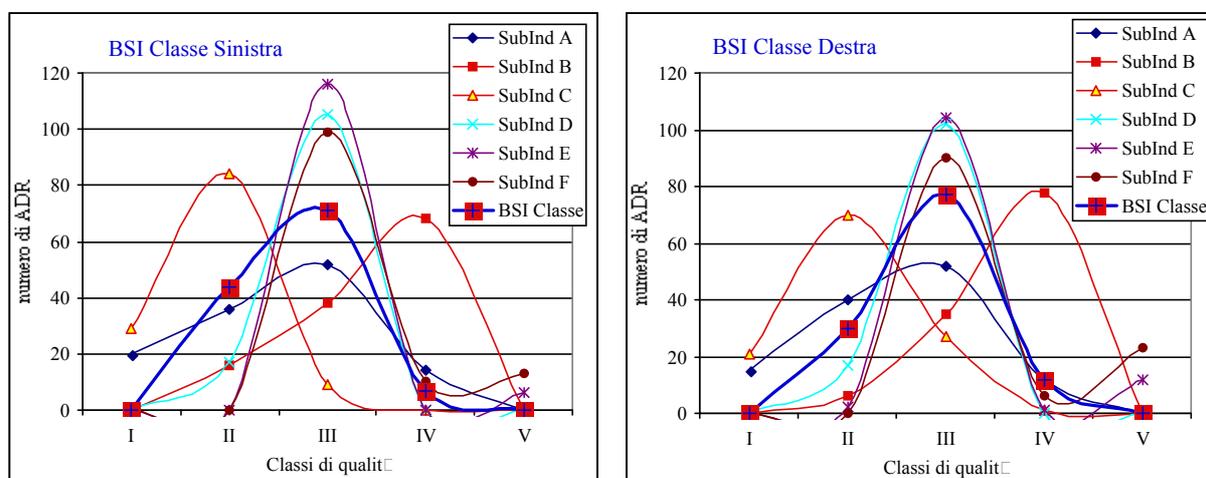
Per la capacità tampone della sponda sinistra, i dati complessivi sono i seguenti:

SX	SUBIND A	SUBIND B	SUBIND C	SUBIND D	SUBIND E	SUBIND F	BSI CLASSE
I	20	0	29	0	0	0	0
II	36	16	84	17	0	0	44
III	52	38	9	105	116	99	71
IV	14	68	0	0	0	10	7
V	0	0	0	0	6	13	0

Per la sponda destra:

DX	SUBIND A	SUBIND B	SUBIND C	SUBIND D	SUBIND E	SUBIND F	BSI CLASSE
I	15	0	21	0	0	0	0
II	40	6	70	17	2	0	30
III	52	35	27	102	104	90	77
IV	12	78	1	0	1	6	12
V	0	0	0	0	12	23	0

Anche dai seguenti grafici risulta in maniera molto evidente che i decrementi qualitativi, di entrambe le sponde sono dovuti agli elementi di analisi che compongono il Sub indice B



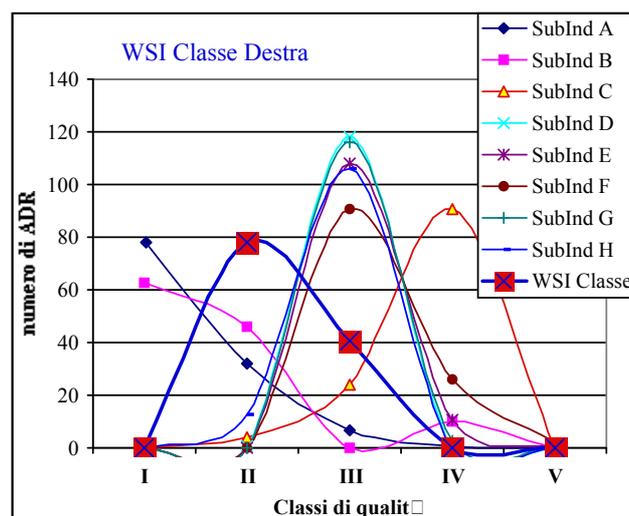
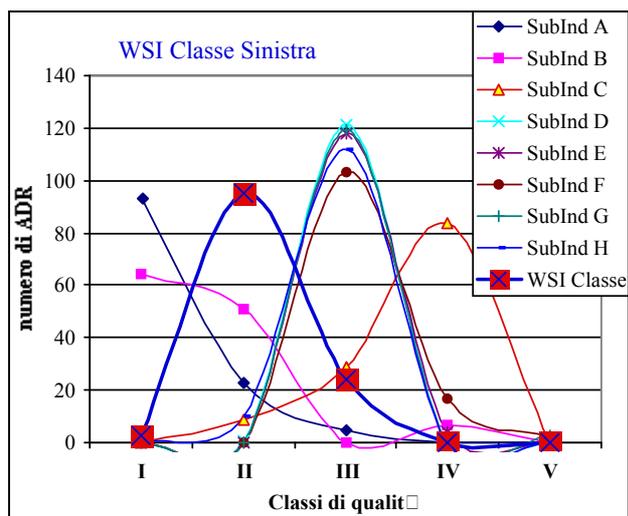
E precisamente: la granulometria delle ripe, la copertura arbustiva e quella erbacea. Nelle tabelle 50 e 51 si riportano, per singolo tratto i fattori che arrecano un evidente decremento della funzionalità tampone.

Applicando lo stesso approccio conoscitivo di sintesi, alla valenza naturalistica dei tratti esaminati, si ricava il seguente confronto relativo alla sponda sinistra:

SX	SUBIND A	SUBIND B	SUBIND C	SUBIND D	SUBIND E	SUBIND F	SUBIND G	SUBIND H	WSI CLASSE
I	94	64	0	0	0	0	0	0	3
II	23	51	9	1	0	0	0	10	95
III	5	0	29	121	118	103	119	112	24
IV	0	7	84	0	4	17	0	0	0
V	0	0	0	0	0	2	3	0	0

E quella destra:

DX	SUBIND A	SUBIND B	SUBIND C	SUBIND D	SUBIND E	SUBIND F	SUBIND G	SUBIND H	WSI CLASSE
I	79	63	0	0	0	0	0	0	0
II	32	46	4	1	0	0	0	13	78
III	7	0	24	118	108	91	116	106	41
IV	1	10	91	0	11	26	3	0	0
V	0	0	0	0	0	2	0	0	0



Il Sub Indice C dell'indice W.S.I. è quello per il quale il maggior numero delle ADR ha una IV classe di qualità. Questo Sub Indice C è analogo al Sub Indice B del B.S.I., infatti prende in esame e valuta la granulometria delle ripe, la copertura arbustiva e quella erbacea. Nelle tabelle 52 e 53 si danno precise indicazioni circa gli elementi di criticità per la valenza naturalistica delle singole ADR indagate nel F. Marecchia.

C.4. Decomposizione e ricolonizzazione

Nelle situazioni naturali il clima, le dimensioni, la presenza di laghi, la qualità e quantità di copertura vegetale e le caratteristiche geomorfologiche e idrografiche del bacino idrografico determinano il regime idrologico di un fiume che a sua volta influenza le aree riparie. Nei corsi d'acqua antropizzati o para-naturali, oltre ai precedenti fattori, le fasce riparie sono condizionate dalla presenza e dalla gestione delle opere di regimazione idraulica (laghi artificiali e canali di captazione), dalle limitrofe attività (zootecnia, agricoltura), dai contesti urbani ed industriali con relative infrastrutture viarie e fognarie.

Le aree riparie sono ambiti territoriali di passaggio (*ecotoni*) tra due ecosistemi diversi, quello terrestre e quello acquatico e per questo sono state definite a transizione dinamica con la presenza di organismi appartenenti ad entrambe le biocenosi ed altri esclusivi, adattati alla zona di transizione. Per questo motivo, le aree riparie di solito hanno una maggiore biodiversità rispetto agli ecosistemi confinanti e si dovrebbero considerare sia una zona di confine sia un'area di interazione (Gilbert et al., 1990) che si condizionano a vicenda (Wiens et al., 1985).

Gli ecotoni ripari nei tratti di fiume di basso ordine, solitamente ben vegetati, assumono un ruolo fondamentale nell'influenzare i fattori biotici ed abiotici dell'ecosistema fluviale (Naiman et al., 1989).

La vegetazione riparia è molto importante in questi tratti, in quanto gli apparati radicali, proteggono le rive dall'erosione rallentando il flusso superficiale dell'acqua (Osborne e Kovacic, 1993; Betschta e Platts, 1986; Thorne, 1990; Hupp, 1992) e costituiscono un mezzo efficace per la ciclizzazione della materia organica e per la rimozione di quella inorganica

provenienti dalle fonti diffuse (Fustec et al., 1991; Osborne e Kovacic, 1993; Jordan et al., 1993).

La vegetazione riparia, inoltre ombreggia il corso idrico limitando lo sviluppo di alghe e di perifiton e riducendo la temperatura dell'acqua, da cui dipende, con una inversa proporzionalità, la quantità di ossigeno disciolto. Quest'ultimo effetto sulla temperatura è molto importante perché le variazioni stagionali di temperatura regolano il ciclo vitale degli organismi acquatici (Pradhan, 1945).

Di particolare importanza risulta essere il materiale organico che dalla vegetazione riparia cade in acqua perché costituisce il nutrimento dei macroinvertebrati detritivori (Dobson et al., 1992; Richardson, 1992). Questi organismi adattano i loro cicli vitali ai momenti di maggiore disponibilità di risorsa trofica (Cummins et al., 1989). In numerosi studi (Fischer e Likens, 1973; Reice, 1974; Post e Cruz, 1977) è stato riscontrato che, nei tratti montani dei corsi d'acqua, la materia organica particolata costituisce tra il 50% e il 90% dell'input energetico totale utilizzabile dalle comunità acquatiche. Le riserve energetiche sono distribuite durante tutto l'anno grazie alla presenza nella vegetazione riparia naturale di molte specie vegetali, con foglie che hanno tempi di abscissione e decomposizione diversi e ciò garantisce una notevole persistenza temporale di foglie nell'alveo (Cummins et al., 1989). Infatti, quando si riducono le riserve energetiche autunnali intervengono gli input, dovuti alle foglie trasportate in alveo, in seguito a forti venti e piogge, (Leff e McArthur, 1990) e alla materia organica derivata dalla parziale decomposizione operata dai consumatori terrestri sulle rive (Garden e Davies, 1988; Merrit e Lawson, 1992).

Le diverse specie di piante riparie presentano degli elementi, che influiscono in modo diverso sulla persistenza temporale delle foglie in acqua. Si distinguono, secondo la diversa velocità di decomposizione, tre tipi di foglie: “fast”, “medium” e “slow” (Webster e Benfield, 1986). I coefficienti k che esprimono sinteticamente la perdita media giornaliera di peso sono:

- **fast (veloci):** $k > 0,01 \text{ d}^{-1}$ in esse meno del 3% del peso secco iniziale risulta ancora presente dopo 365 giorni di immersione in ambiente acquatico. Vengono considerate come *fast* le foglie di olmo, frassino, pioppo, ontano e la maggior parte delle piante erbacee.
- **medium (medie):** $0,005 > k < 0,01 \text{ d}^{-1}$ in esse risulta presente dal 3 al 16% del peso secco iniziale dopo analogo periodo di immersione. Appartengono a questo gruppo le foglie di acero e di betulla.
- **slow (lente):** $k < 0,005 \text{ d}^{-1}$ dopo 365 giorni di permanenza in acqua esse hanno più del 16% del peso secco iniziale non ancora decomposto. Rientrano in questa categoria le foglie di quercia, salice, faggio e conifere in genere.

C.4.1. Risultati

Risultati relativi alla PERDITA DI PESO

Il peso rimanente delle foglie di ogni singolo leaf bags, per singolo tratto e data di recupero con la specifica indicazione del tempo di permanenza in alveo e l'ammontare dei gradi-giorno progressivamente cumulati, sono riportati nelle allegate tabelle numerate da 11 a 13.

Dilavamento

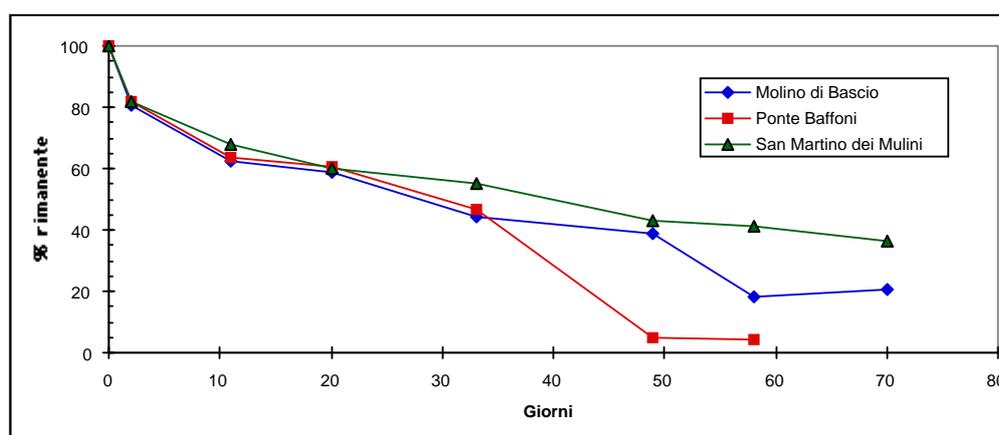
Le percentuali medie di perdita di peso imputabili al solo dilavamento che è un aspetto, dell'intero processo di decomposizione, condizionato dall'interazione fra le caratteristiche fisico-chimico delle acque e la presenza di componenti fogliari facilmente idrosolubili, sono le seguenti:

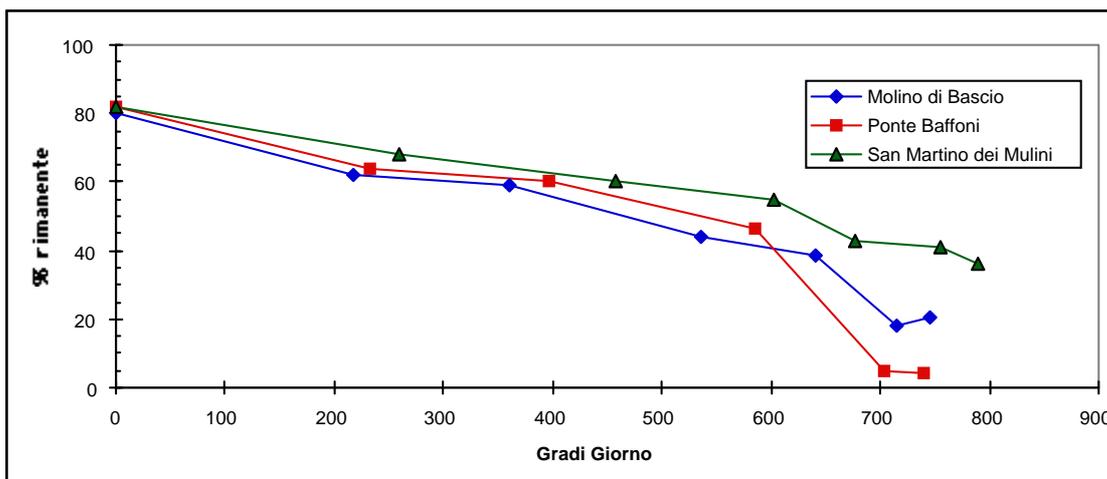
	%	d.s.
Molino di Bascio	19.6	2.32
Ponte Baffoni	18.04	0.50
San Martino dei Mulini	17.96	0.30

Tutte le percentuali rientrano nel range citato in letteratura da Cummins et al. (1997) per le foglie di Ontano e quindi, riguardo a questo specifico aspetto, tutte le sezioni considerate si possono considerare “normali”.

Decomposizione

I pesi medi rimanenti delle foglie deposte diminuiscono seguendo i seguenti andamenti temporali:

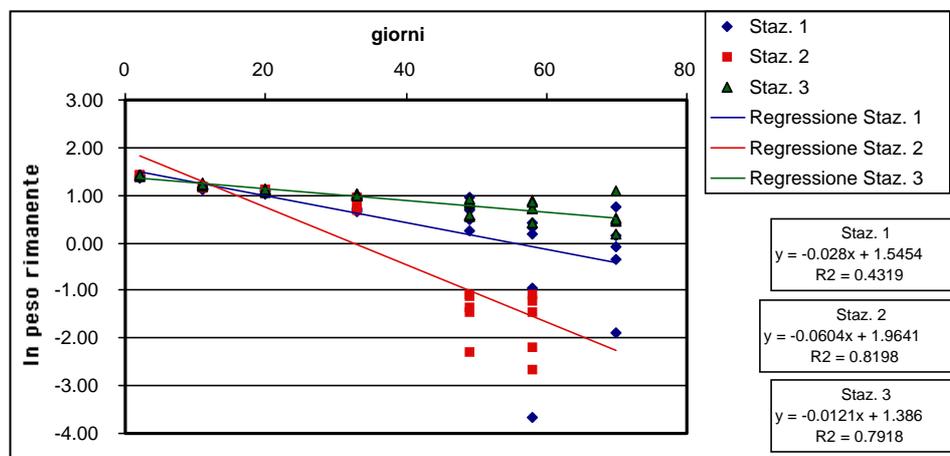




che risultano molto simili fino al 33° giorno di deposizione e solo nel periodo successivo mostrano evidenti differenze fra la stazione 2 (Ponte Baffoni) e le altre zone.

La situazione riscontrata con riferimento all'andamento temporale è analoga a quella individuata rispetto ai gradi giorni accumulati nel mezzo idrico: le differenze insorgono fra i 550 e i 600 gradi giorno.

Dalla trasformazione logaritmica dei pesi rimanenti, si ottengono le rette rappresentate nel seguente grafico:

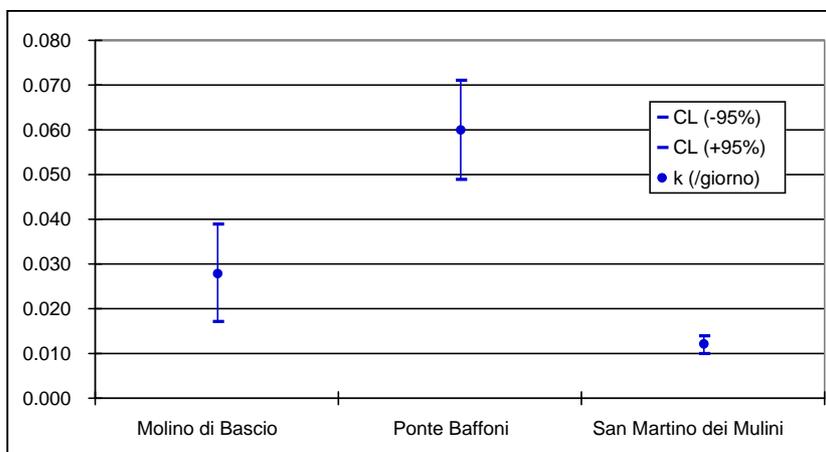


I valori k , che esprimono il coefficiente angolare delle regressioni, sono tutti e tre maggiori di $0,01d^{-1}$ e quindi i processi di decomposizione sono genericamente identificabili con il termine “fast”:

	k	R^2	C.L. inf.	C.L. sup.	Significatività
Molino di Bascio	0.028	0.432	0.017	0.039	<0.001
Ponte Baffoni	0.060	0.82	0.049	0.071	<0.001
San Martino dei Mulini	0.012	0.792	0.010	0.014	<0.001

Pur rientrando nell'identica categoria, tipica delle foglie a rapida decomposizione, i valori di k sono significativamente diversi fra i tre tratti esaminati:

Pur ricordando che le differenze subentrano dal 33° giorno di deposizione, i valori di k



calcolati e i relativi limiti fiduciali permettono di affermare che Ponte Baffoni il processo di decomposizione delle foglie di Ontano è cinque volte più veloce che a San Martino dei Mulini e avviene con una velocità mediamente doppia di quella rilevata a Molino di Bascio.

Risultati relativi alla COLONIZZAZIONE DEL MACROZOOBENTOS

La quantità di invertebrati macrozoobentonici campionati all'interno dei singoli leaf bags deposti nelle diverse sezioni e prelevati alle specifiche date sono indicati nelle tabelle numerate da 14 a 16.

Le densità degli invertebrati bentonici catturati nelle diverse repliche dei sacchetti di foglie, prelevati alle specifiche scadenze temporali, sono state espresse sia come valore medio relativo al singolo sacchetto sia come valore medio relativo al peso rimanente di foglie e questi valori sono, per singola sezione, riportati nelle tabelle 17 (Stazione 1), 18 (Stazione 2) e 19 (Stazione 3).

La biomassa totale dell'intera comunità colonizzatrice e quella specifica dei singoli gruppi trofico funzionali, sempre rapportata al singolo sacchetto di foglie e al peso rimanente di foglie, è riportata nelle tabelle numerate da 20 a 25 .

Nelle figure numerate da 5 a 7 sono rappresentate le densità e le biomasse dei gruppi trofici funzionali che colonizzano i sacchetti di foglie di Ontano.

I grafici della figura 8 offrono un'istantanea visione comparativa delle variazioni temporali della varietà, densità e biomassa fra tutte le sezioni esaminate

La varietà massima degli invertebrati macrobentonici che colonizzano le foglie di Ontano deposte nei tre tratti del Fiume Marecchia è la seguente:

Varietà massima	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	1	4	7	4	9	3	6
Ponte Baffoni	2	4	4	9	1	6	

San Martino dei Mulini	0	3	6	8	6	6	4
------------------------	---	---	---	---	---	---	---

A Ponte Baffoni e San Martino dei Mulini è al 33° giorno di deposizione che si riscontra la massima varietà tassonomica delle comunità colonizzatrici, data dalla quale si è notata anche la diversificazione del peso medio rimanente. Nella zona più montana, a Molino di Bascio, invece, si sono rilevati due “picchi” di varietà al 20° e al 49° giorno.

I valori degli Indici di Diversità (H') sono generalmente bassi in tutti i tratti:

Indice di Diversità	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio		1.45	1.87	1.42	2.18	0.78	1.19
Ponte Baffoni	0.12	0.82	0.78	1.56		1.40	
San Martino dei Mulini		0.73	1.55	1.86	1.11	1.54	0.91

e costituiscono una frazione raramente superiore al 50% della diversità massima come risulta dai seguenti rapporti fra H' e H_{max} :

Indice di omogeneità	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio		0.56	0.54	0.61	0.53	0.30	0.34
Ponte Baffoni	0.12	0.35	0.26	0.45		0.50	
San Martino dei Mulini		0.32	0.52	0.50	0.32	0.51	0.45

Quindi, i tre tratti esaminati non mostrano sostanziali differenze fra le comunità di invertebrati bentonici che colonizzano le foglie di Ontano deposte e la varietà sistematica è dello stesso ordine di grandezza di quella individuata nell’ambito dell’analisi della biodiversità del bentos stanziale (campionamenti quantitativi). Per contro, sempre rispetto alle comunità stanziali, i valori dell’indice di Diversità di Shannon (H') sono inferiori ed altrettanto inferiori sono i valori dell’indice J di Omogeneità.

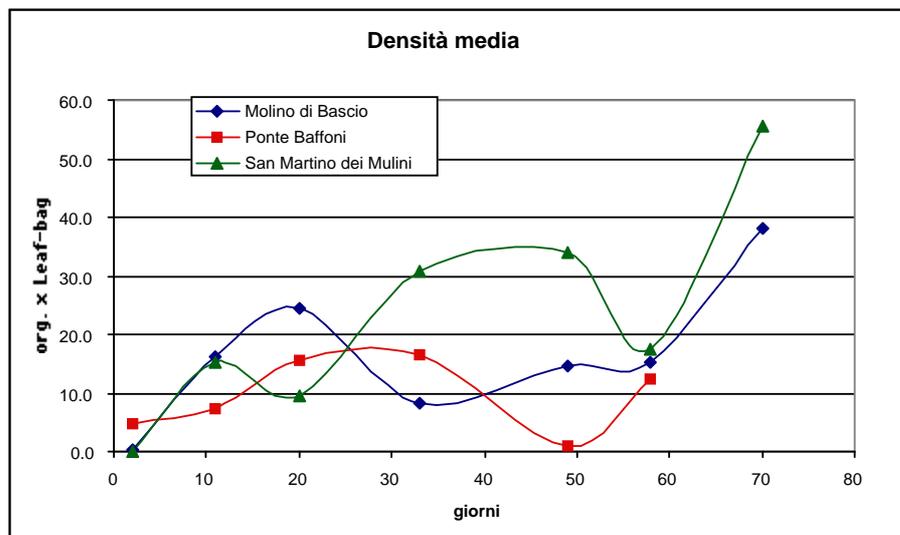
La densità macrobentonica che colonizza le foglie di Ontano deposte varia, in rapporto al tempo e alla disponibilità di materiale organico. I valori di densità media sono:

Densità media (org./l.b.)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	0.4	16.2	24.6	8.4	14.6	15.2	38.0
Ponte Baffoni	4.8	7.4	15.4	16.4	1.00	12.4	
San Martino dei Mulini	0.0	15.2	9.6	30.8	34.0	17.4	55.6

E le densità bentoniche, rapportate al grammo di materiale organico rimanente sono:

Densità media (org./g)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	0.10	5.20	8.33	3.81	7.53	16.79	37.25
Ponte Baffoni	1.17	2.33	5.09	7.04	3.97	59.05	
San Martino dei Mulini		4.47	3.19	11.21	15.83	8.45	30.72

In tutti e tre i tratti il processo temporale di colonizzazione è diverso da quello tipico descritto in letteratura, nel quale le maggiori densità si hanno nel periodo intermedio dell'esperimento.



Infatti, nel Fiume Marecchia come si vede anche dal grafico precedente, si è riscontrato che le maggiori densità medie, per singolo pacchetto di foglie, si sono trovate nei campioni raccolti alla fine della deposizione. Si può inoltre asserire che fra i tre tratti esaminati non ci sono differenze sostanziali ed i valori medi, con relativa deviazione standard sono i seguenti:

Densità media (org./l.b.)	Media	Dev. standard
Molino di Bascio	16.8	12.0
Ponte Baffoni	9.6	6.2
San Martino dei Mulini	23.2	18.5

Alla luce di questa omogenea condizione spaziale delle densità delle comunità macrobentoniche colonizzatrici il CPOM fogliare, risultano di difficile interpretazione le differenze significative individuate per il fattore k e quindi per la progressiva perdita di peso. Ed inoltre è proprio nella stazione di Ponte Baffoni che si riscontra la massima discrepanza per la minore velocità del processo e la contemporanea minore presenza degli organismi che dovrebbero essere i principali artefici della decomposizione.

La densità dei gruppi trofici funzionali non aiuta a spiegare questa anomala situazione, infatti sono gli invertebrati che si cibano di particolato organico di piccole dimensioni (FPOM), organismi Raccoglitori e Filtratori quelli che costituiscono la parte preponderante delle comunità colonizzatrici.

Raccoglitori (%)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio		70.4	33.3	64.3	53.4	84.2	82.1
Ponte Baffoni	4.2	21.6	10.4	23.2	80.0	37.1	
San Martino dei Mulini		88.2	50.0	66.9	92.4	89.7	98.9

Filtratori (%)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	100.0	27.2	53.7	28.6	27.4	11.8	7.4
Ponte Baffoni	95.8	73.0	80.5	62.2	0.0	56.5	
San Martino dei Mulini		0.0	0.0	1.3	0.6	0.0	0.0

e gli invertebrati Trituratori, nonostante siano i diretti consumatori delle foglie, sono stati rilevati sempre con modeste percentuali:

Trituratori (%)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio		0.0	0.8	0.0	4.1	2.6	2.6
Ponte Baffoni		2.7	2.6	1.2	0.0	0.0	
San Martino dei Mulini		0.0	2.1	0.6	2.4	2.3	0.0

Le variazioni temporali delle biomasse macrobentoniche rilevate per singolo pacchetto di foglie e per grammo di foglia rimanente sono le seguenti:

Biomassa (mg P.S./l.b.)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	0.25	6.05	14.72	10.68	15.91	6.25	40.01
Ponte Baffoni	1.98	4.60	12.34	11.01	0.42	19.90	
San Martino dei Mulini		18.23	16.98	31.75	13.42	10.99	22.79
Biomassa (mg P.S./g)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	0.06	1.94	4.99	4.84	8.20	6.90	39.23
Ponte Baffoni	0.48	1.44	4.08	4.73	1.66	94.78	
San Martino dei Mulini		5.36	5.65	11.56	6.25	5.34	12.59

Anche in questo caso, come per le densità, non si apprezza, se non solo in parte nella sezione di San Martino dei Mulini, l'incremento di biomassa macrobentonica che si è soliti individuare nella parte centrale del processo di decomposizione. Ed ancora, a quasi completa "imitazione" dei valori di densità, si nota che anche le biomasse totali delle stazioni 1 e 2 sono prevalentemente costituite dai gruppi trofici funzionali dei Raccoglitori e Filtratori come si apprezza dai valori qui riportati come sommatoria di questi due gruppi:

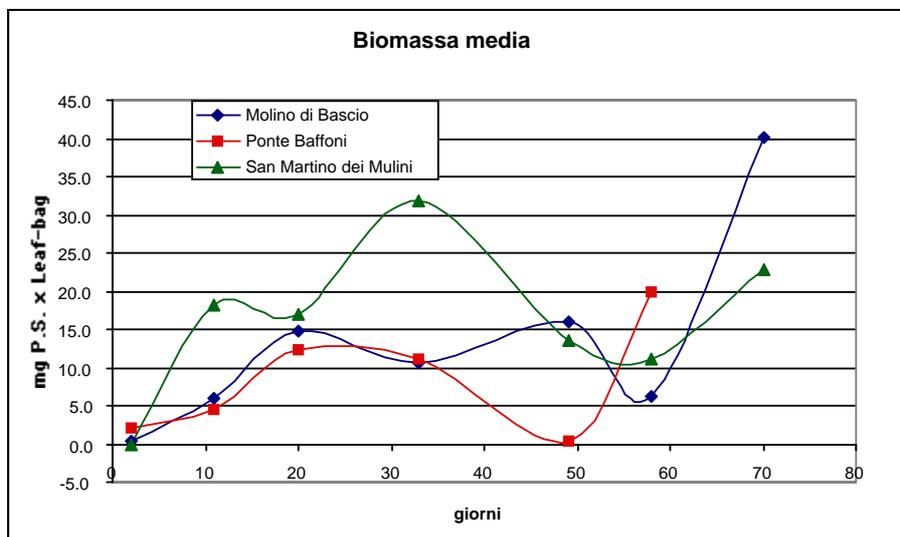
Biomassa (%)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Molino di Bascio	100.00	98.01	72.14	50.53	70.11	95.56	93.44
Ponte Baffoni	100.00	91.14	55.98	82.79	4.90	96.70	

Diversa appare la situazione del tratto localizzato a San Martino dei Mulini, dove nel computo della biomassa bentonica colonizzatrice delle foglie deposte, anche gli altri gruppi trofico funzionali assumono, seppure occasionalmente un certo rilievo:

Biomassa (%)	11-ott-01	20-ott-01	29-ott-01	11-nov-01	27-nov-01	6-dic-01	18-dic-01
Raccoglitori		29.25	13.28	19.45	67.20	31.35	97.37
Filtratori		0.00	0.00	0.39	0.80	0.00	0.00
Raschiatori		65.27	71.75	68.62	0.25	0.00	0.00

Triuratori		0.00	10.65	0.72	25.70	61.13	0.00
Predatori		0.00	0.78	1.37	3.07	7.52	0.00

E in relazione al peso rimanente si hanno i seguenti valori



C.4.2. Sintesi

I risultati prodotti con questa indagine permettono di esprimere alcune considerazioni relative all'intero Fiume Marecchia e in particolare ai tratti: Molino di Bascio, Ponte Baffoni e San Martino dei Mulini.

Nei sacchetti di foglie depositati si è rilevata una comunità di macroinvertebreti bentonici molto povera in unità sistematiche e con una particolare scarsità dei rappresentanti del gruppo trofico funzionale dei trituratori che, in base ai risultati condotti in altri corsi d'acqua, si sarebbero dovuti trovare con densità e biomasse ben superiori a quelle rilevate.

Da queste considerazioni è legittimo porsi il quesito: perchè il processo di decomposizione, nonostante i limitati macroinvertebrati e la limitatezza di CPOM, rientra nei range di normalità ed anzi risulta essere più veloce? Poiché i processi meccanici di rottura delle foglie per abrasione o causate dalla velocità di corrente interagiscono con l'iter biologico, possono fornire una valida risposta al precedente quesito. Abbiamo, infatti rilevato, nel corso delle uscite, repentine variazioni di livello e di deflusso con acque ad elevato trasporto solido e, senza dubbio, in queste non rare occasioni, la progressiva perdita di peso del materiale fogliare è stata accelerata. Questi eventi, non occasionali, provocano la perdita della più importante risorsa alimentare per la rete trofica e quindi indirettamente creano un forte danno a tutta la rete alimentare fino ai vertebrati che colonizzano le acque e le rive del Fiume Marecchia.

Le ricerche condotte sulla decomposizione e colonizzazione dei substrati organici artificialmente immessi nei diversi tratti del F. Marecchia hanno fornito una grande mole di

risultati che devono essere sintetizzati al fine di fornire alla AdB Marecchia-Conca alcune informazioni semplici e non ambigue per operare valide e coerenti scelte.

Per questa ragione si devono sintetizzare i risultati relativi ai processi di decomposizione e alle comunità macrozoobentoniche colonizzatrici in un unico indice, comprensibile da tutti. Una prima sintesi che sulle condizioni medie osservate è la seguente:

	Mulino di Bascio	Ponte Baffoni	San martino dei Mulini
Tratto	1	2	3
Perdita di peso			
Dilavamento	N	N	N
k di decomposizione	A	A	A
Processo	A	B	C
Ricolonizzazione			
Varietà	III	III	III
Densità	III	III	II
Biomassa	III	III	III
Gruppi trofici-funzionali	III	III	III
Processo	C	C	C

Dove i simboli hanno il seguente significato:

Dilavamento: N = regolare o consueto

Tasso di decomposizione (k): A = il k corrisponde al valore atteso

B = il k è maggiore (processo più veloce)

C = il k è molto maggiore (processo molto più veloce)

D = il k è minore (processo più lento)

E = il k è molto minore (processo molto più lento)

Processo: A = corrisponde all'aspettativa

B = diverso dall'aspettativa (processo più veloce)

C = molto diverso dall'aspettativa (processo molto più veloce)

D = diverso dall'aspettativa (processo più lento)

E = molto diverso dall'aspettativa

Varietà di unità sistematiche I = Elevata

II = Buona

III = Media

IV = Scarsa

V = Modesta

Processo di colonizzazione: A = corrisponde all'aspettativa

B = diverso dall'aspettativa per progressione temporale

C = molto diverso dall'aspettativa

Adottando il modello interpretativo di Barioni e Salmoiraghi (2001) riportato nel capitolo riguardante i metodi, elaborazione dei risultati, si ottiene la seguente visione di sintesi:

Stazione	Punteggio totale	C.Q.	Andamento del processo	Giudizio di qualità
I	25	III	B = diverso dall'aspettativa	Medio
II	22	III	B = diverso dall'aspettativa	Medio
III	24	III	B = diverso dall'aspettativa	Medio

C.5. . Ritenzione e Decomposizione della sostanza organica alloctona

Gli accumuli di foglie che si formano naturalmente in un tratto di fiume si definiscono NLP (*natural leaf-packs*).

La raccolta dei pacchetti naturali di foglie, la loro determinazione e l'analisi della fauna bentonica presente, offre alcuni vantaggi rispetto al metodo della deposizione e successiva raccolta di foglie racchiuse in leaf bags o confezionate in leaf packs. Infatti permette di capire:

1. l'interazione fra la vegetazione riparia e le comunità di invertebrati bentonici (Cummins *et al.*, 1989; Gazzera *et al.*, 1993);
2. la dinamica temporale dei processi trofici-energetici (Elwood *et al.*, 1983; Newbold *et al.*, 1981; Newbold *et al.*, 1982);
3. la ricchezza della vegetazione riparia autoctona ed alloctona come forma di sostentamento della rete alimentare del corso idrico (Cummins, 1973; Cummins e Klug, 1979);
4. le condizioni idrauliche intese come capacità di accumulo o trasporto del materiale fogliare.

Per contro, con questo metodo non si può calcolare il rateo di decomposizione delle foglie ed è questo il motivo che giustifica ed avalla la scelta di utilizzare entrambi i metodi di indagine e di applicarli nelle stesse stazioni, per conseguire il più alto livello di informazione.

C.5.1. Risultati relativi alla dimensione e composizione dei NLP

Come è indicato nei metodi di studio, i NLP sono stati cercati nel F. Marecchia a Molino di Bascio (Stazione 1), Ponte Baffoni (Stazione 2) e San Martino dei Mulini (Stazione 3) alle seguenti date:

27-sett-01; 9-ott-01; 11-ott-01; 20-ott-01; 29-ott-01; 11-nov-01; 27-nov-01; 6-dic-01; 18-dic-01; 12-mar-02; 27-mar-02; 10-apr-02; 22-apr-02; 25-apr-02; 20-mag-02; 31-lug-02
 ma in solo due (27-nov-01; 6-dic-01) sopralluoghi e in solo due, dei tre tratti esaminati (Stazioni 1 e 2), sono stati trovati i pacchetti di foglie che si accumulano naturalmente.

Questo è già un primo e fondamentale, purtroppo negativo, risultato che molto chiaramente caratterizza la condizione dell'interazione fra le condizioni morfoidrologiche e vegetazionali del F. Marecchia. Infatti la carenza di NLP è imputabile a due possibili cause o concause:

- l'eccessivo trasporto a valle del materiale organico di grosse dimensioni (CPOM) prodotto dalla vegetazione riparia e ciò potrebbe essere causato o dalla rilevante portata o dalla mancanza di adeguate strutture atte a trattenerlo;
- il limitato apporto di CPOM e questa situazione potrebbe trovare origine sia nella carenza delle fasce riparie vegetate, sia nella loro collocazione (molto distante dall'alveo bagnato), sia nella tipologia delle rive.

Le foglie, con relative quantità espresse in grammi, campionate nella stazione 1 e 2 sono le seguenti:

	STAZIONE 1		STAZIONE 2	
	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
grammi	a	a	a	b
Pioppo	1.59	0	2.32	2.22
Salice a	0.38	0.2	0.08	0.2
Salice b	1.24	0.3	0	0.0
Robinia	0.17	0.1	0.14	0.0
Sorbo	0.05	0.0	0	0.0
Acero	0.15	0.3	0	0.0
Carpino	1.01	0.2	0	0.0
Sambuco	0	0.0	0	0.0
Ontano	1.5	1.1	2.71	0.0
Quercia	4.68	2.0	0.53	0.5
Faggio	0	0.4	0	0.0
Castagno	0	0.3	0	0.0
Altro	1.34	1.5	0	0.2
Totale	12.11	6.4	5.78	3.11

Per altro si intende materiale fogliare non determinabile e piccoli rami.

I quantitativi globali sono molto dissimili: da 3 a 12 grammi e forniscono l'indicazione che nel tratto più montano (Molino di Bascio) la presenza di NLP è maggiore rispetto a Ponte Baffoni. Nella stazione 2 gli unici leaf packs naturali erano presenti solo il 27 novembre 01 e a San Martino dei Mulini, come già detto, non sono mai stati rilevati NLP. Quindi le quantità di CPOM rilevate derivano dai tratti montani e si esauriscono in tempi rapidi e in tratti longitudinali molto brevi

Anche la varietà delle foglie presenti nei pacchetti naturali diminuisce da monte a valle, infatti sono 9 le specie rilevate nella stazione 1 e solo 3-5 quelle trovate a Ponte Baffoni.

L'incidenza in percentuale delle diverse foglie, rispetto al materiale organico complessivamente raccolto è la seguente:

	STAZIONE 1		STAZIONE 2	
	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
grammi	a	a	a	b
Pioppo	13.1	0.0	40.1	71.4
Salice a	3.1	3.3	1.4	6.4
Salice b	10.2	5.2	0.0	0.0
Robinia	1.4	0.8	2.4	0.0
Sorbo	0.4	0.0	0.0	0.0

Acerò	1.2	5.3	0.0	0.0
Carpino	8.3	3.6	0.0	0.0
Sambuco	0.0	0.0	0.0	0.0
Ontano	12.4	17.5	46.9	0.0
Quercia	38.6	30.5	9.2	17.4
Faggio	0.0	5.5	0.0	0.0
Castagno	0.0	4.7	0.0	0.0
Altro	11.1	23.8	0.0	4.8

Le foglie di Quercia costituiscono la maggiore aliquota del leaf naturali rilevati nella Stazione 1, mentre le foglie di Ontano e Pioppo sono le piú abbondanti nel tratto di Ponte Baffoni.

C.6. Risultati relativi alla colonizzazione macrobentonica

Gli invertebrati bentonici che sono stati trovati nei pacchetti di foglie sono i seguenti:

		STAZIONE 1		STAZIONE 2	
		27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
	N org./NLP	a	a	a	b
PLECOPTERA	<i>Brachyptera</i>		2		
	<i>Leuctra</i>	2			
	<i>Nemoura</i>	1			
EPHEMEROPTERA	<i>Baetis</i>		2	4	1
	<i>Caenis</i>	2		4	
	<i>Ecdyonurus</i>				1
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	4	2	6	6
COLEOPTERA	Hydraenidae			2	
DIPTERA	Athericidae		1		
	Chironomidae	2	3	1	
	Simuliidae	1		4	1
GASTEROPODA	Lymnaea	1			

Si tratta delle unità sistematiche che compaiono fra le piú abbondanti nella colonizzazione dei leaf bags di Ontano depositi nelle stazioni 1 e 2.

Le abbondanze e le biomasse complessive oltre alla varietà sistematica sono limitate e precisamente:

	STAZIONE 1		STAZIONE 2	
	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
	a	a	a	b
Densità totale (org./N.L.P.)	13	10	21	9
Biomassa totale (mg P.S./N.L.P.)	25.5	7.0	11.7	9.5
Varietà (U.S./N.L.P.)	7	5	6	4

I valori degli indici di diversità che caratterizzano queste comunità colonizzatrici i NLP sono i seguenti:

	STAZIONE 1	STAZIONE 2
--	------------	------------

	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
	a	a	a	b
Indice di diversità (H')	2.62	2.25	2.42	1.45
Diversità massima (H max)	2.81	2.32	2.58	2.00
Equitabilità (J)	0.93	0.97	0.93	0.72
Ricchezza (D)	2.73	2.17	1.97	1.82

ed evidenziano che le variazioni nel tempo (stazione 1), le variazioni fra le pseudorepliche (stazione 2) e le differenze fra le due stazioni sono estremamente limitate. Non si è inoltre rilevato un popolamento dominante che, più degli altri, approfitta del input alloctono di particelle organiche.

Rapportando le densità e le biomasse totali ai grammi di foglie nei quali questi organismi sono stati trovati, si ha la seguente situazione:

	STAZIONE 1		STAZIONE 2	
	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
	a	a	a	b
Densità relativa (org./g p.s.)	1.07	1.56	3.63	2.89
Raccoglitori (org./g p.s.)	0.33	0.78	1.56	0.32
Filtratori (org./g p.s.)	0.41	0.31	1.73	2.25
Raschiatori (org./g p.s.)	0.08	0.31	0.00	0.32
Triuratori (org./g p.s.)	0.25	0.00	0.00	0.00
Predatori (org./g p.s.)	0.00	0.16	0.35	0.00

	STAZIONE 1		STAZIONE 2	
	27-nov-01	6-dic-01	27-nov-01	27-nov-01
	a	a	a	b
Biomassa relativa (mg/g p.s.)	2.10	1.09	2.02	3.04
Raccoglitori (mg/g p.s.)	0.15	0.14	0.35	0.01
Filtratori (mg/g p.s.)	1.52	0.11	1.64	2.82
Raschiatori (mg/g p.s.)	0.18	0.17	0.00	0.21
Triuratori (mg/g p.s.)	0.25	0.00	0.00	0.00
Predatori (mg/g p.s.)	0.00	0.67	0.03	0.00

I gruppi trofici prevalenti per l'abbondanza e biomassa sono i raccoglitori ed i filtratori mentre i trittratori, invertebrati che si cibano direttamente del CPOM, sono meno rappresentati.

Le densità e le biomasse macrozoobentoniche, rapportate all'unità di peso secco di materiale fogliare raccolto, sono indicative di una situazione inversa rispetto a quella mostrata dalle densità e biomasse totali. Cioè non mostrano la netta differenza riscontrata fra le due stazioni. Inoltre fanno capire che nella stazione 2 la risorsa alimentare assume una maggiore importanza ed aumenta, per grammo presente, il numero di invertebrati che ambiscono a questo cibo.

C.6.1. Sintesi

I risultati delle ricerche condotte sulla consistenza e colonizzazione dei substrati organici naturali (NLP), in due tratti del F. Marecchia, sono stati sintetizzati in stretta analogia con quanto si è fatto con i risultati relativi alla decomposizione e colonizzazione del leaf bags:

	Staz. 1	Staz. 2
<u>Vegetazione</u>		
Varietà foglie	III	V
Abbondanza	V	V
<u>Colonizzazione</u>		
Varietà	IV	IV
Densità	IV	IV
Biomassa	IV	IV
Gruppi trofici-funzionali	IV	IV
Qualità complessiva	IV	IV-V

Sono state utilizzate, per ciascun aspetto preso in esame, 5 classi di qualità che hanno la seguente valenza: I = Elevata; II = Buona; III = Media; IV = Scarsa e V = Modesta

C.7. Confronto fra Leaf Bags e Natural Leaf Packs

Dal confronto dei risultati ottenuti con le tecniche dei Leaf Bags e Natural Leaf Pack, si è potuto constatare, che non vi è selettività dei substrati artificiali nell'attrarre le diverse unità sistematiche. Infatti, sono stati individuati, nel singolo tratto gli stessi taxa, e questo aspetto ci permette di affermare che gli invertebrati acquatici presenti nel F. Marecchia non prediligono quindi in maniera esclusiva il substrato artificiale, rispetto a quello naturale, o viceversa. Ed ancora la simile varietà di invertebrati deve essere considerata in rapporto alla ben diversa composizione dei leaf packs e dei leaf bags. Dallo studio sembra che la monotonia dei leaf artificiali (solo *Alnus*) non influisca selettivamente nel richiamare gli invertebrati mentre in altre indagini era stato osservato che la diversità del materiale fogliare induce una maggiore varietà di invertebrati colonizzatori. Questa situazione è molto probabilmente causata dalla particolare scarsità di materiale organico edibile "naturale" e quindi in carenza di alimento e substrato naturale organico di grosse dimensioni (CPOM) anche la presenza delle sole foglie di Ontano, artificialmente introdotte, rappresenta una "insperata" risorsa.

Molto importante è risultato il confronto fra le densità medie di invertebrati bentonici che colonizzano i leaf bags e i leaf packs. La densità media per pacchetto artificiale (leaf bags) è superiore a quella dei pacchetti naturali. Da questa situazione si deduce che il materiale organico trattenuto in loco (i leaf bags erano artificialmente fissati al substrato) è più utile, ai fini della funzionalità dell'ecosistema fluviale e della sua utilizzazione nella rete alimentare, rispetto a quello che drifta a valle come succede ai natural leaf packs.

In altre parole, dalle indagini condotte, si è messo in evidenza che le comunità macrozoobentoniche hanno bisogno che il materiale organico resti a loro disposizione nell'alveo.

Quest'ultima considerazione può essere utilizzata nell'ambito della gestione idraulica e/o degli interventi di rinaturalizzazione degli alvei. Infatti, la capacità di un tratto di alveo nel trattenere il particolato organico per la presenza di strutture di ritenzione (massi, tronchi, pool, ecc) è un aspetto di grande rilievo per potenziare ed ottimizzare i processi di decomposizione e la colonizzazione del materiale organico alloctono.

C.8. Ricolonizzazione

I fenomeni di disturbo che modificano drasticamente gli habitat fisici influenzano pesantemente i processi di ripristino in quanto la ricolonizzazione di questi habitat da parte della comunità biologica richiede di solito, tempi molto lunghi. Tra gli impatti sull'habitat fisico sono inclusi: l'apporto di sedimento fine derivante dal runoff o dai cantieri edili, il taglio della vegetazione riparia, le attività estrattive, la mancanza di diversificazione del flusso della corrente. E' stato dimostrato come l'accumulo di sedimenti fini tra i massi e i ciottoli può ridurre la possibilità dei Plecotteri di posizionarsi sotto questi substrati, loro sito abituale e può impedire o modificare significativamente l'habitat iporreico (Campbell & Doeg, 1989).

Il dinamico equilibrio delle densità e della biodiversità della fauna macrobentonica lungo il continuum fluviale sono mantenuti dai continui processi di emigrazione e immigrazione secondo Sheldon (1977) o di dispersione ciclica e migrazione secondo Williams (1982). A seguito di disturbi naturali e/o di forti perturbazioni antropiche le aree così "denudate", grazie alla mobilità degli organismi, possono essere ricolonizzate da taxa provenienti da altre aree "sorgenti" secondo specifiche modalità che variano a seconda dell'intensità del disturbo. Può infatti avviarsi una successione primaria, se il disturbo ha determinato la completa scomparsa di tutti gli organismi della precedente comunità o quando viene costruito o si viene a formare un nuovo alveo (Fisher, 1990), una successione secondaria se i tratti disturbati conservano ancora la materia organica derivanti dalla attività delle precedenti comunità che così costituirà il supporto per gli iniziali ricolonizzatori (Gore e Milner, 1990).

Minshall e Petersen (1985) sostengono che le comunità macrobentoniche in particolari condizioni di portata possano raggiungere uno stato di equilibrio. In generale si sostiene che, in un certo tratto del fiume, l'equilibrio s'instaura quando il tasso d'arrivo di nuove specie eguaglia il tasso d'allontanamento di altre specie e il numero totale di specie diviene pressoché costante.

La definizione dei tempi di ricolonizzazione basata sul cambiamento delle densità dei singoli taxa è problematica per la difficoltà di distinguere gli invertebrati colonizzatori che sfruttano realmente le risorse del substrato dagli organismi che semplicemente lo esplorano. L'incremento numerico di *Baetis* solitamente evidenziato nella ricolonizzazione dei substrati artificiali probabilmente dipende sia dalle larve che si limitano a transitare sul substrato, sia da quelle che si fermano per nutrirsi di periphyton. Il netto incremento in Simuliidae riflette una reale ricolonizzazione in quanto i Simulidi prediligono colonizzare substrati spogli come è già stato sopraevidenziato.

Al processo di ricolonizzazione, a scale spaziali e temporali ampie e variabili (Sheldon 1984) non partecipano tutti i gruppi faunistici e le singole specie con pari intensità. Infatti, i Ditteri e i

Chironomidi presentano un'elevata abilità di dispersione, invece i molluschi presentano pochi meccanismi di dispersione.

In alcuni studi di ricolonizzazione si è presa in esame la capacità di dispersione aerea: la maggior parte delle specie di Efemerotteri, Tricotteri e Plecotteri sono considerati deboli volatori; Coleotteri e Odonati sono invece buoni volatori.

Il tasso di colonizzazione, inoltre, differisce tra le specie, in base alla distanza delle fonti di colonizzazione (Gore 1982), del periodo dell'anno (Williams 1980, 1981), e delle caratteristiche fisiche del substrato, in particolare della dimensione delle particelle del substrato (Wise & Molles 1979). Nella ricolonizzazione di substrati artificiali, di nuovi canali e di fiumi soggetti a perturbazioni i Baetidae (e *Baetis* in particolare) e i Chironomidi si confermano colonizzatori molto diffusi e abbondanti, quest'ultimi particolarmente dopo eventi di piena. Tra i taxa che si infossano nel substrato, i raccoglitori, abili nel cercare il materiale di cui nutrirsi sia sul substrato che nel substrato rappresentano l'87% in numero e l'85% in biomassa della comunità d'invertebrati in un fiume caratterizzato da inondazioni. Parimenti dopo una piena sono abbondanti i filtratori che utilizzano il detrito fine in sospensione. Gli Hydropsychidae che invece necessitano di rifugi con superficie ruvida, non rientrano tra i primi filtratori colonizzatori. I trituratori sono considerati colonizzatori tardivi, con limitata capacità di dispersione ad eccezione dei Gammaridi. Il loro ciclo vitale inoltre tende ad essere lungo, ed è legato agli input stagionali di foglie che dalla vegetazione riparia cadono in acqua e alla loro decomposizione pertanto la loro capacità di ricolonizzazione è anche legata alla copertura vegetale delle rive. Certi tipi di raschiatori hanno un periodo di attività limitato che dipende dalla produttività delle alghe epilitiche (Hynes, 1975; Gray & Fisher, 1981; Fisher *et al.*, 1982; Gore, 1978, 1982; Minshall *et al.*, 1983; Lake & Doeg, 1985; Boulton *et al.*, 1988; Doeg *et al.*, 1989a; Parker, 1989; McElravy *et al.*, 1989; Lamberti *et al.*, 1991; Wallace *et al.*, 1996).

Il tempo richiesto per il ripristino della comunità biologica a seguito di un disturbo, e cioè il raggiungimento della massima densità, biomassa e ricchezza in specie è compreso tra un intervallo temporale di 1 – 3 anni. Infatti il tempo richiesto è proporzionale al livello del disturbo, all'estensione del disturbo e al grado di equilibrio e stabilità delle comunità macrobentoniche dei tratti a monte degli affluenti (Gore e Milner, 1990). In generale, a seguito della maggior parte dei disturbi, la densità totale, la biomassa totale e la ricchezza in taxa sono generalmente ripristinati dopo un anno. Se a monte le sorgenti di drift sono assenti o le aree rifugio sono lontane, i tempi di ripristino possono allungarsi.

Sei sono i tipi di movimento con cui i macroinvertebrati partecipano al processo di colonizzazione o di ricolonizzazione (Williams & Hynes, 1976; Williams, 1981):

Movimenti a valle del fiume (drift)

Sorgenti aeree

Movimenti a monte

Movimenti verticali

Movimenti trasversali

Microdistribuzione legata a fattori biotici e abiotici

C.8.1. Risultati

I valori di varietà, densità, biomassa e degli Indici di Diversità relativi ai processi di colonizzazione del substrato inorganico (ghiaia e ciottoli) sono riportati, per singola stazione e specifica data, nelle seguenti tabelle:

	Varietà-Densità (pesudorepliche)	Sintesi Varietà-Densità	Biomassa (pesudorepliche)	Sintesi Biomassa
Molino di Bascio	26	27	28	29
Ponte Baffoni	30	31	32	33
Ponte Baffoni bis	34	35	36	37
San Martino dei Mulini	38	39	40	41

Mentre le figure rappresentative delle dinamiche medie, numeriche (densità) e ponderali (biomassa) sono le seguenti:

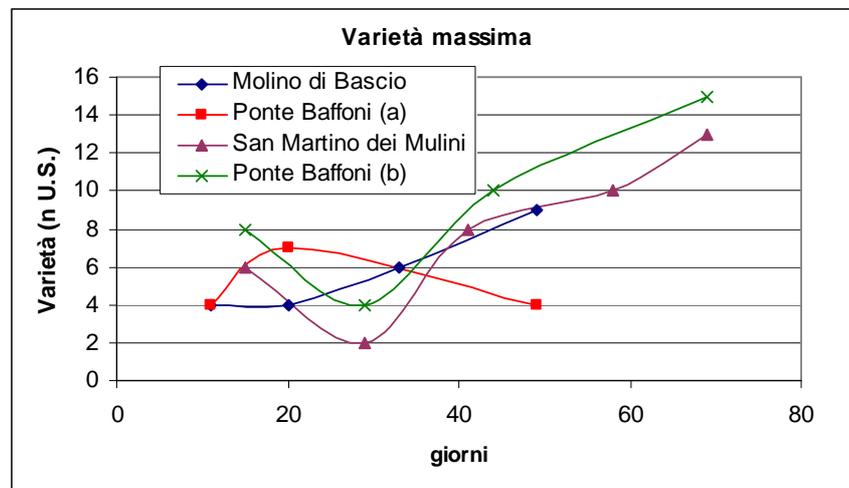
	Densità	Biomassa
Molino di Bascio	9	10
Ponte Baffoni	11	12
Ponte Baffoni bis	13	14
San Martino dei Mulini	15	16

Dal confronto dei singoli processi di colonizzazione rapportati in relazione al numero di giorni di permanenza del substrato in acqua, ci si rende conto che la massima varietà in unità sistematiche, si rileva sempre all'ultima raccolta, dopo 49 (stazione 1) o 69 (stazione 2bis e 3) giorni.

giorni di deposizione	11	15	20	29	33	41	44	49	58	69
Molino di Bascio	4		4		6			9		
Ponte Baffoni	4		7					4		
Ponte Baffoni bis		8		4			10			15
San Martino dei Mulini		6		2		8			10	13

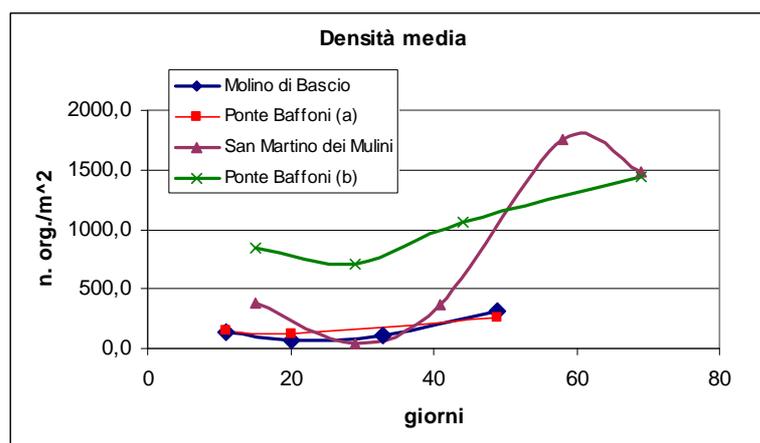
Fa eccezione a questa situazione la prima, parziale deposizione avvenuta nella stazione 2.

I valori di varietà delle comunità colonizzatrici sono leggermente superiori a quelli individuati nei campionamenti quantitativi (cap. 6.1) ed anche a quelli rilevati nel materiale organico depositato come leaf bags (cap. D.1).



Le variazioni temporali delle densità medie, espresse per numero di organismi rilevato nelle cassette, sono le seguenti:

giorni di deposizione	11	15	20	29	33	41	44	49	58	69
Molino di Bascio	13,0		6,7		10,3			31,7		
Ponte Baffoni	14,3		12,0					26,5		
Ponte Baffoni bis		84,5		71,0			106,5			144,5
San Martino dei Mulini		38,7		3,7		37,3			175,0	148,7



Ed anche in questo caso appare evidente che i valori più elevati di densità sono stati rinvenuti alla fine del processo di colonizzazione. Il processo di colonizzazione risulta quindi alterato

rispetto ai trend visti in altri ambienti nei quali di solito si verifica un apice intermedio e una successiva stabilizzazione su un valore di densità leggermente inferiore.

Più in dettaglio, alcuni autori hanno evidenziato che la ricolonizzazione si avvia nell'arco delle ventiquattro ore (Wise & Molles, 1979; Ciborowsky & Clifford, 1984; Lake & Doeg, 1985; Boulton et al., 1988; Doeg et al., 1989) ma la letteratura è discordante sulla definizione dei tempi di colonizzazione richiesti per raggiungere lo stato di equilibrio: quattro o sei giorni per Townsend & Hildrew (1976) e Lake & Doeg (1985), da dieci a venticinque giorni per Wise & Molles (1979), Minshall & Petersen (1985), Peckarsky (1986), 109 giorni per Williams e Hynes (1976). Secondo Rosenberg & Resh (1982) i tempi richiesti dai vari tipi di substrato artificiali per raggiungere l'equilibrio, o una densità stabile dei popolamenti variano in funzione della località geografica (Rosenberg & Resh, 1982) e del tipo di substrato da ricolonizzare (Coffman, 1971; Lamberti e Resh, 1985).

Dal confronto delle densità massime rinvenute nel corso dei processi di colonizzazione e quelle rilevate nei campionamenti quantitativi eseguiti per quantificare la biodiversità delle comunità macrozoobentoniche (cap. 6.1):

Densità (org./m ²)	Biodiversità	Ricolonizzazione
Molino di Bascio	1352	317
Ponte Baffoni	3070	1446
San Martino dei Mulini	1268	1488

Si vede che nella sola stazione 3 si consegue, con i substrati depositati nelle cassette, una densità superiore mentre nelle altre due stazioni le abbondanze numeriche sono decisamente inferiori.

L'Indice di Diversità di Shannon (H') ricalca le situazioni già evidenziate

giorni di deposizione	11	15	20	29	33	41	44	49	58	69
Molino di Bascio	1,4		1,1		1,8			1,9		
Ponte Baffoni	1,1		2,0					1,2		
Ponte Baffoni bis		2,0		1,9			2,4			3,0
San Martino dei Mulini		1,3		0,5		2,2			2,2	2,1

Mentre i valori dell' Indice J di equitabilità ci fornisce la misura della distanza fra le diversità riscontrate (Indice H') e le ipotetiche diversità massime (Hmax):

giorni di deposizione	11	15	20	29	33	41	44	49	58	69

Molino di Bascio	0,7		0,6		0,7			0,6		
Ponte Baffoni	0,5		0,6					0,5		
Ponte Baffoni bis		0,6		0,9			0,7			0,7
San Martino dei Mulini									0,6	0,6

I valori di biomassa, espressi come peso secco per cassetta, hanno le seguenti variazioni temporali:

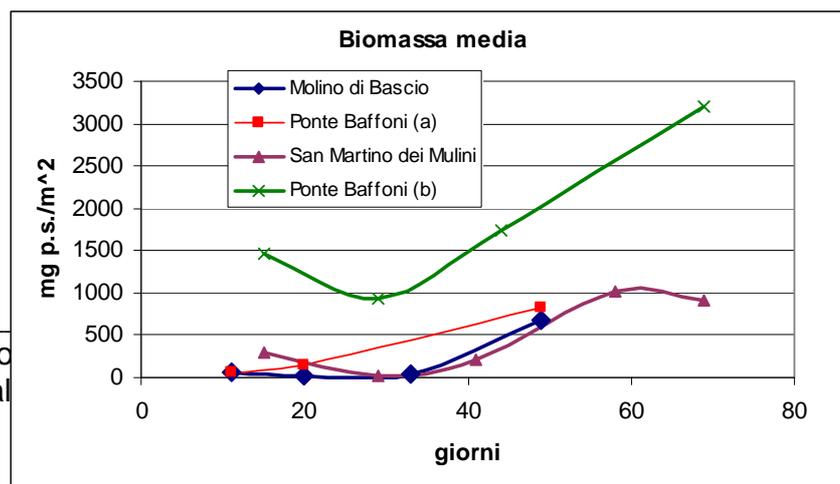
giorni di deposizione	11	15	20	29	33	41	44	49	58	69
Molino di Bascio	6,5		1,7		4,7			68,3		
Ponte Baffoni	5,3		14,7					82,6		
Ponte Baffoni bis		145,6		93,1			174,4			319,0
San Martino dei Mulini									102,5	90,4

Si nota quindi una completa sintonia fra gli andamenti temporali delle densità e delle biomassa, il che evidenzia che i substrati non vengono, col tempo, colonizzati da organismi di maggiori dimensione corporea, come sarebbe lecito attendersi dalle informazioni bibliografiche.

Dal confronto fra le biomasse macrozoobentoniche massime rilevate con le indagini sulla biodiversità e quelle dovute ai processi di colonizzazione si notano le seguenti differenze:

Biomassa (mg P.S./m ²)	Biodiversità	Ricolonizzazione
Molino di Bascio	1317	684
Ponte Baffoni	3568	3193
San Martino dei Mulini	380	1026

Quindi una notevole differenza negativa nella stazione di Molino di Bascio e, per contro, un valore superiore nel tratto più vallivo, quello di San Martino dei Mulini. A Ponte Baffoni i valori sono molto simili.



Analizzando in dettaglio la composizione trofico-funzionale delle comunità di invertebrati colonizzatori si vede che, nelle date in cui si ha la massima densità e biomassa, i gruppi dominanti sono i seguenti:

%	Molino di Bascio		Ponte Baffoni		San Martino dei Mulini	
	Densità	Biomassa	Densità	Biomassa	Densità	Biomassa
Raccoglitori	22,1	4,1	44,6	37,0	69,1	49,4
Filtratori	47,4	42,6	23,5	27,7	5,7	15,2
Raschiatori	25,3	46,2	18,7	27,0	24,2	34,1
Trituratori	3,2	0,8	4,5	1,0	0,2	0,0
Predatori	2,1	6,3	8,0	7,1	0,8	1,2

Filtratori e Raschiatori predominano rispettivamente la densità e la biomassa della Stazione 1, i Raccoglitori costituiscono, invece, la preponderante aliquota delle abbondanze numeriche e ponderali dei tratti 2 e 3.

C.8.2. Sintesi

Dai risultati conseguiti con lo studio dei processi di ricolonizzazione appare evidente che il Fiume Parecchia, in caso di grave danno accidentale, antropico o naturale, all'alveo e alle comunità macrozoobentoniche che attualmente lo popolano potrebbe solo in tempi lunghi e con parziale successo restaurare le comunità originali.¹

Questa situazione che risulta alquanto squilibrata è imputabile alla scarsa potenzialità biotica dell'asta principale (risultati conseguiti con l'indagine sulla biodiversità, Cap. 6.1), alla quasi completa assenza di materiale organico di grosse dimensioni (risultati conseguiti con l'indagine sulla decomposizione della sostanza organica allocatona, Cap. D.1) e potrebbe essere aggravata anche dalla scarsa potenzialità biotica degli affluenti che, di solito, rappresentano le principali riserve di biodiversità di invertebrati bentonici e sopperiscono alle deficienze delle aste principali dei bacini idrografici.

Adottando il modello interpretativo di Barioni e Salmoiraghi (...) riportato nel capitolo B (metodi, elaborazione dei risultati) si ottiene la seguente visione di sintesi:

Stazione	Punteggio totale	C.Q.	Andamento del processo	Giudizio di qualità
I	30	II	B = diverso dall'aspettativa	Medio
II	41	I	B = diverso dall'aspettativa	Buono
III	36	II	B = diverso dall'aspettativa	Medio

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1991 – La Provincia di Rimini, *Quaderni del Circondario di Rimini*, Anno 1°, n.1.

AA.VV., 1998 – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, *Quaderni della Provincia di Rimini*, Anno 2°, n.4.

Bernoni M, Di Russo, Ianniello L. Mattoccia M e Plini P. 1983 - Dati preliminari sulle comunità ornitiche di alcuni querceti del Lazio. In: Atti III Convegno Italiano di Ornitologia (M. Fasola red.), Pavia.

Biondi E., Baldoni M.A., 1993 - La Vegetazione del Fiume Marecchia, *Biogeographia vol. XVII*.

Blondel J., 1975 - L'analyse des peuplements d'oiseaux, elements d'un diagnostic écologique I. La methode des echantillonnages frequentiels progressifs (E.F.P.). *Terre et Vie* 29: 533-589.

Blondel J., C. Ferry, e B. Frochot, 1970 - La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". *Alauda* 38: 55-71.

Blondel J., C. Ferry, e B. Frochot, 1973. Avifauna et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda* 41:63-84.

Blondel, J. 1986. Biogéographie évolutive. Masson, Paris.

Boldreghini P., L. Casini, F. Montanari, R. Santolini, 1985 - Primi dati sulla comunità ornitica del Bosco della Mesola (Delta del PO) pp. 233-235 in Fasola, M. (red.) Atti III Conv. ital. Orn., Pavia.

Boldreghini P., L. Casini, F. Montanari, R. Santolini, 1991- Analisi della comunità ornitica della Pineta di S.Vitale (RA) ai fini della gestione naturalistica. *SITE*, 12:429-432.

Brandmayr P. 1990 - Le relazioni tra zoologia ed ecologia del paesaggio terrestre. Atti 53° Congresso UZI, Simposi e tavole rotonde:6-7.

Elena D. (red), 1995 – Dalla città costiera alla città complessa. Il Piano Infraregionale della Provincia di Rimini, *Quaderni del Circondario di Rimini*, Anno 4°, n.7.

Farina A. 1982 - Bird community of the Mediterranean forest of Migliarino (Pisa, Central Italy) *Avocetta* 6:75-81.

Farina A. 1990 - Rapporti tra l'ecologia del paesaggio e le teorie ecologiche. In: Ecologia del paesaggio: prospettive teoriche e pratiche in Italia, *Linea Ecologica*, 4:27-39.

Farina A. 1991 - L'ecologia dell'eterogeneità. *Linea Ecologica*, 4:2-5.

Ferrari C. 2001 - Biodiversità. Zanichelli ed., Bologna

Fratlicelli F. e Sarrocco S. 1984 - Censimento degli Uccelli nidificanti in un bosco mediterraneo dell'Italia centrale (Palo Laziale, Roma). *Avocetta*, 8:91-98.

Lambertini M. 1981 - Censimento degli Uccelli nidificanti in un bosco litoraneo della Toscana. *Avocetta*, 5:65-86.

Margules C. e Usher M.B. 1981 - Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biol. Conserv.*, 21: 79-109.

Mingozzi T. e Brandmayr P. 1991 - L'evaluation cartographique des ressources faunistiques: un exemple applique aux ornithoceneses d'une vallee alpestre. *Rev. col. Alp.*, Grenoble I:1-21.

Naveh, Z. e Liberman, A.S. 1984. *Landscape Ecology. Theory and Application*. Springer Verlag, Berlin.

Pizzolotto R. 1996. An index to evaluate landscape conservation value based on land-use pattern analysis and geographic information system technique. *Coenoses* 11: 37-44.

Provincia di Rimini, 1996 - Carta Forestale. Relazione illustrativa e tavole in scala 1:10.000.

Santolini R. (red), 1988 – La Valle del Marecchia, *Regione Emilia-Romagna*.

Santolini R. 1990 - Approccio metodologico per una valutazione ambientale mediante l'analisi della vegetazione e della fauna. In: *Analisi territoriale della Valle del Marecchia*, Pitagora ed., Bologna, pp 9-22.

Santolini R. 1996 - Frammentazione degli habitat, comunità ornitiche e indirizzi di gestione. In: *L'ecologia del paesaggio in Italia*, (a cura di V.Ingegnoli e S. Pignatti), Città Studi Edizioni, Utet, Torino

Taffetani F. e Santolini R. 1997 - Un metodo per la valutazione della biodiversità su base fitosociologica e faunistica applicata allo studio di un'area collinare del Montefeltro (Provincia di Pesaro-Urbino, Italia centrale). *Fitosociologia*, vol. 32:245-271.

Ubaldi et al., 1996 - Carta Fitoclimatica dell'Emilia-Romagna.

IDROBIOLOGIA

A.N.P.A. 2000. I.F.F. *Indice di Funzionalità Fluviale*, Roma. 223 pp.

Barlocher, F., and M. Schweizer. 1983. Effects of leaf size and decay rate on colonization by aquatic hyphomycetes. *Oikos* 41: 205-210.

Benfield E. F., Paul R. W. & Webster J. R. (1979): Influence of exposure technique on leaf breakdown rates in streams *Oikos* 33: 386-391

Betschta R.L. & Platts W.S. (1986): Morphological features of small stream: significance and function. *Water Resources Bulletin* 22: 370-379

- Bocock, K.L., and O.J. Gilbert. 1957. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. *Plant Soil* 9: 179-185.
- Boulton, A.J., G.M. Spangaro and P.S. Lake. 1988. Macroinvertebrate distribution and recolonization on stones subjected to varying degrees of disturbance—an experimental approach. *Arch. Hydrobiol.* 113: 551-576.
- Braioni & Penna. 1998 - I nuovi Indici Ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive e delle aree riparie: Wild State index, Buffer Strip index, Environmental Landscape Indices: il metodo. *Bollettino C.I.S.B.A.* 6.
- Braioni M. G. e Salmoiraghi G., *Impiego di indicatori bio-ecologici per la coerente pianificazione degli interventi di recupero delle condizioni qualitative e funzionali dei corsi d'acqua.* XXVII Convegno su Ingegneria Naturalistica: dal Progetto ai Risultati. Milano 15-16 novembre 2001.
- Braioni M. G., Braioni A., De Franceschi P., Mason F., Ruffo S., Sambugar S., Modena P., Tessari M., Ragusa F., Montresor A., 1994, “*New Environmental Indices For Assessing RiverBank Quality: The Case of the River Adige*”, G.L. Link and R.J. Naiman, editors. “*Processing of the International Workshop on The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*”, Seattle 14-19 February 1994. Center for Streamside
- Braioni M. G., Salmoiraghi G. Bracco F., Villani M., Braioni A., Girelli L., 2002. Functional evaluations in the monitoring of the river ecosystem processes: the River Adige as a case of study. *The Scientific World Journal*, 2: 660-683. ISSN 1537 – 744X; DOI 10.1100/tsw.2002.114.
- Braioni, G, De Franceschi, P.F. & Montresor, A. 2001 – *Rive 5.0 Indici ambientali di valutazione della qualità delle rive: Wild State Index (W.S.I.) - Buffer Strip Index (B.S.I.)*. Software prodotto da Regione Veneto, Autorità di Bacino dell'Adige e MURST.
- Brock, T.C.M., Boon, J.J., and B.G.P. Paffen. 1985. The effects of the season and the water chemistry on the decomposition of *Nymphaea alba* L.; weight loss and pyrolysis spectrometry of the particulate matter. *AquBot.*21: 197-229.
- Burton T.M. & Likens G.E. (1973): The effect of stripcutting on stream temperatures in the Hubbard Brook experimental forest, New Hampshire. *Bioscience*, 23: 433-435.
- C.N.R. 1977-1986 - Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. RUFFO S., (Editor), Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente", C.N.R., Roma.
- Cairns J. Jr., 1977 - *Quantifications of biological integrity*. In: Ballentine R.K. and Guarraia L.J. (Eds.) *The Integrity of Water*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- Cairns J., 1977 - *Quantifications of biological integrity*. In: Ballentine R.K. and Guarraia L.J. (Eds.) *The Integrity of Water*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A. & Ruffo S., 1994. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane.* (Vol. I). APR & B (eds), Trento. p. 356.

- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A. & Ruffo S., 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. (Vol. II). APR & B (eds), Trento. pp: 358-484
- Cummins K.W. & Klug M.J. (1979): "Feeding ecology of stream invertebrates" *Ann.Rev.Ecol.Syst.* 10: 147-172
- Cummins K.W. (1974): "Structure and function of stream ecosystems" *Bioscience* 24: 631-641
- Cummins K.W., 1974. Structure and function of stream ecosystem, *Bioscience* 24: 632-641
- Cummins K.W., Wilzbach M.A., Gates D.M., Perry J.B. and Tagliaferro W.B., 1989 - Shredders and Riparian Vegetation. *Bioscience* 39(1): 24-30.
- Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Ann.Rev.Entomol.* 18: 183-206.
- Danell, K., and A. Anderson. 1982. Dry weight loss and colonization of plant litter by macroinvertebrates: Plant species and lake types compared. *Hydrobiologia* 94: 91-96.
- Doeg, T.J., P.S. Lake and R. Marchant. 1989. Colonization of experimentally disturbed patches by stream macroinvertebrates in the Acheron River, Victoria. *Aust.J.Ecol.* 14: 207-220.
- Fisher S.G. & Likens G.E. (1973): "Energy flow in Bear Brook, New Hampshire: an integrative approach to stream ecosystem metabolism" *Ecol. Monogr.* 43: 421-439
- Fisher, S.G., L.J. Gray, N.B. Grimm and D.E. Busch. 1982. Temporal succession in a desert stream ecosystem following flash flooding. *Ecol.Monogr.* 52: 93-110.
- Fustec E., Mariotti A., Grillo X. & Sajns J. (1991): Nitrate removal by denitrification in alluvial groundwater: role of a former channel. *J. Hydrobiol.*, 123: 337-354.
- Garden, A. & R.W. Davies 1988. Decay rates of autumn and spring leaf litter in a stream and effects on growth of a detritivore. *Freshwat. Biol.* 19 (3): 297-303
- Ghetti P.F. (1997): *Indice Biotico Esteso. I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti*. Manuale di applicazione. Provincia autonoma di Trento, pp.222.
- Gilbert J., Dole-Olivier M.J., Marmonier P. & Vervier. 1990. Surface water-groundwater ecotones, in: *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. Eds. by R. J. Naiman and H. Décamps. 141-169. The Parthenon Publishing Group, Paris. pp 316.
- Gore J.A., 1978. A technique for predicting in-stream flow requirements of benthic macroinvertebrates. *Freshwater Biology.* 8: 141-151.
- GORE, J.A. 1982. Benthic invertebrate colonization: source distance effects on community composition. *Hydrobiologia.* 94: 183-193.
- Gore, J.A. and A.M. Milner. 1990. Island biogeographical theory: can it be used to predict lotic recovery rates? *Environ.Manage.* 14: 737-753.
- Gray, L.J. and S.G.Fisher. 1981. Postflood recolonization pathways of macroinvertebrates in a lowland Sonoran Desert stream. *Am.Midl.Nat.* 106: 249-257.

- Hupp C.R. (1992): Riparian vegetation recovery patterns following stream channelization: a geomorphic perspective. *Ecology* 73: 1209-1226.
- Hynes, J.D. 1975. Annual cycles of macroinvertebrates of a river in southern Ghana. *Freshwater Biol.* 5: 71-83.
- Iversen, T.M. 1975. Disappearance of autumn shed leaves placed in bags in small streams. *Verh.Internat.Verein.Limnol.* 19: 1687-1692.
- Johnston T.A. & Cunjak R.A. (1999): "Dry mass-length relationships for benthic insects: a review with new data from Catamaran Brook, New Brunswick, Canada" *Freshwat. Biol.* 41: 653-674
- Jordan T.E., Correl D.L. & Weller D.E. (1993): Nutrient interception by riparian forest receiving inputs from adjacent cropland. *J. Environ. Qual.*, 22: 467-473
- Krebs C.J., 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publishers, New York 654 pp.
- Lake, P.S. and T.J. Doeg. 1985. Macroinvertebrate colonization of stones in two upland southern Australian stream. *Hydrobiologia* 126: 199-212.
- Lamberti, G.A., S.V. Gregory, L.R. Ashkenas, R.C. Wildman and K.M.S. Moore. 1991. Stream ecosystem recovery following a catastrophic debris flow. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 196-208.
- Leff L.G. & J.V. McArthur 1990. Effect of nutrient content on leaf decomposition in a coastal plain stream: a comparison of green and senescent leaves. *J. of Freshwat. Ecol.* 5(3): 269-277.
- Malanson G.P. (1993): In: *Riparian Landscapes* – Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Margalef R., 1958 - Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3:37-71.
- McElravy, E.P., G.A. Lamberti and V.H. Resh. 1989. Year to year variation in the aquatic macroinvertebrate fauna of a northern California stream. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 8:51-63.
- Merritt R.W. & Cummins K.W. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*, Kendall-Hunt Publishing Co - Dubuque 1A - 722 pp.
- Merritt R.W. & Lawson D. (1992): "The role of leaf litter macroinvertebrates in stream-floodplain dynamics" *Hydrobiologia* 248: 65-77
- Meyer, E. 1989. The relationship between body length parameters and dry mass in running water invertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 117:191–203
- Minshall G.W., Petersen R.C., Cummins K.W., Bott T.L., Sedell J.R., Cushing C.E. & Vannote R.L. (1983): "Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics" *Ecol. Monog.* 53: 1-25
- Minshall, G.W. and R.C. Petersen. 1985. Towards a theory of macroinvertebrate community structure in stream ecosystems. *Arch. Hydrobiol.* 104: 49-76.
- Mutch R. A. & Davies (R. W. (1984): Processing of willow leaves in two Alberta Rocky Mountain streams. *Holarct. Ecol.* 7: 171-176

- Naiman R.J. & Decamps H. (1997): "The ecology of interfaces-riparian zones" *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 621-658
- Naiman R.J. and Decamps H., 1990 - *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. Unesco, Paris, 316 pp.
- Naiman R.J., Decamps H. & Fourier F. (1989): *Role of land/inland water ecotones in landscape management and restoration*. Proposals for collaborative research. Man and the Biosphere Programme, MAB Digest 4, UNESCO Paris.
- NAIMAN, R.J., D.G. LONZARICH, T.J. BEECHIE and S.C. RALPH. 1992. General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers. In: Boon, P., G. Petts and P. Callow (Eds.) *The Conservation and Management of Rivers*. John Wiley and Sons. 470 pp.
- Newbold J.D., Elwood J.W., O'Neill R.W. and Webster V.W., 1981 - Measuring nutrient spiralling in streams. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, 38: 860-863.
- Newbold J.D., O'Neil R.V., Elwood J.W. & Van Winkle W., 1982. Nutrient spiralling in streams: implications for nutrient limitation and invertebrate activity. *Am. Nat.* 120 (5): 628 - 652.
- Olson J. S. (1963): Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 44: 322-330
- Osborne L.L. & Kovacic D.A. (1993): Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream. *Freshwat. Biol.*, 29: 243-258.
- Parker, M.S. 1989. Effect of substrate composition on detritus accumulation and macroinvertebrate distribution in a southern Nevada desert stream. *Southwest.Nat.* 34:181-187.
- Petersen R. C. & Cummins K. W. (1974): Leaf pack processing in a Woodland stream. *Freshwat. Biol.* 4: 343-368
- Petersen, R. C. 1992. The RCE: a Riparian, Channel and Environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27: 295-306
- Post, A.H. & A.A. Cruz 1977. Litterfall, litter decomposition and flux of particulate organic material in a coastal plain stream. *Hydrobiologia* 55: 201-207
- Pradhan S. (1945): *Insect population studies: II. Rate of insect development under variable temperature in the field*. Proceedings of the National Institute of Sciences of India 11: 74-80.
- Rau,G.H. 1978. Conifer needle processing in a subalpine lake. *Limnol.Oceanogr.* 78: 356-358.
- Reice S.R. (1974): "Environmental patchiness and the breakdown of leaf litter in a woodland stream" *Ecology* 55: 1271-1282
- Resh V.H, 1988. The role of disturbance in stream ecology. *J.N.Am.Benthol.Soc.*, 7: 433-455.
- Richardson, J.S. 1992. Food, microhabitat or both? Macroinvertebrate use of leaf accumulations in a montane stream. *Freshwat. Biol.* 27: 169-176
- Rowe J.M., Meegan S.K., Engstrom E.S., Perry S.A. & Perry W.B. (1996): "Comparison of leaf processing rates under different temperature regimes in three headwater streams" *Freshwat. Biol.* 36(2): 277-287

- Salmoiraghi, G. 1996. Il monitoraggio delle acque interne: lettura ed interpretazione delle comunità macrozoobentoniche. *Gli indicatori biotici nell'analisi della qualità ambientale dei corsi d'acqua del bacino idrografico del Fiume Reno: esperienze e prospettive*. Autorità di bacino del Fiume Reno (Ed.): 25-43.
- Shannon, C.E. & Weaver W., 1963. *The mathematical theory of communication*. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Sheldon, A.L. 1977. Colonization curves: application to stream insects on semi-natural substrates. *Oikos* 28: 256-61.
- Sheldon, A.L. 1984. Colonization dynamics of aquatic insects. p.401-429. In V.H. Resh and D.M. Rosenberg [ed.] *The ecology of aquatic insects*. Praeger Publishers New York, NY. 625 pp.
- Shouk, R.E., and J.S. Olson. 1961. First year breakdown of leaf litter in southern Appalachian forest. *Science* 134: 194-195.
- Siligardi, M. & B. Maiolini. 1993. L'inventario delle caratteristiche ambientali dei corsi d'acqua alpini, guida all'uso dell'RCE-2. *Biologia Ambientale*, 2: 18-24
- Smock L.A. (1980): "Relationships between body size and biomass of aquatic insects" *Freshwat. Biol.* 10: 375-383
- Speaker R., Moore K. & Gregory S. (1984): "Analysis of the process of retention of organic matter in stream ecosystem" *Vehr. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1835-1841
- Tachet M., Bournard M. & Richoux P., 1980. *Introduction à l'étude des macroinvertebrates des eaux douces. (Systematique élémentaire et aperçus écologique)*, 155 pp.
- Thorne C.R. (1990): *Effects of vegetation on riverbank erosion and stability*. In Thomes 3. 13. (Ed.) *Vegetation and Erosion*, Wiley, Chichester, pp. 123-144
- Wallace J.B. & Webster J.R. (1996): "The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function" *Annual Review of Entomology* 41: 115-139
- Webster J.R. & Benfield E.F. (1986): "Vascular plant breakdown in freshwater ecosystem" *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: 567-594
- Wiens J.A., Crawford C.S. & Gosz R. (1985): Boundary dynamics: a conceptual framework for studying landscape ecosystems. *Oikos* 45: 421-427.
- Williams D.D. & Hynes H.B.N., 1976. The recolonization mechanisms of stream benthos. *Oikos*, 27: 265-272.
- Williams D.D. 1980. Invertebrate drift lost to the sea during low flow conditions in a small coastal stream in Western Canada. *Hydrobiologia.* 75: 251-254.
- Williams D.D. 1982. The drift of some chironomid egg masses (Diptera:Chironomidae). *Freshwat. Biol.* 12: 573-578.
- Williams D.D., 1981. Migrations and distributions of stream benthos stream. In Lock, M.A. & Williams D.D (eds), *Perspectives in running waters ecology*. Plenum Publishing Co.:155-207.
- Wise, D.H. and M.C. Molles. 1979. Colonization of artificial substrates by stream insects: influence of substrate size and diversity. *Hydrobiologia* 65: 69-74.

Yates, R.F.K., and F.P. Day JR. 1983. Decay rates and nutrient dynamics in confined and unconfined leaf litter in the Great Dismal Swamp. *Am.Midl.Nat.* 110(1): 37-45.